



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

TESE

CONTRIBUIÇÕES PARA O CONTROLE DE MOSCAS-DAS-FRUTAS
(Diptera: Tephritidae)

JOÁLISSON GONÇALVES DA SILVA

2018



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA



CONTRIBUIÇÕES PARA O CONTROLE DE MOSCAS-DAS-FRUTAS
(Diptera: Tephritidae)

JOÁLISSON GONÇALVES DA SILVA

Sob a Orientação do Professor
Carlos Henrique de Brito

Tese submetida como requisito para
obtenção do grau de **Doutor em**
Agronomia, no Programa de Pós-
Graduação em Agronomia.

Areia, PB
Fevereiro de 2018

Ficha Catalográfica Elaborada na Seção de Processos Técnicos da
Biblioteca Setorial do CCA, UFPB, Campus II, Areia – PB.

S586c Silva, Joálisson Gonçalves da.

Contribuições para o controle de moscas-das-frutas
(diptera: tephritidae) / Joálisson Gonçalves da Silva.

- Areia, 2018.

96 f. : il.

Orientação: Carlos Henrique de Brito.

Tese (Doutorado) - UFPB/CCA.

1. Agronomia. 2. Moscas-das-frutas - Caracterização. 3.
Controle de qualidade - Frutos - Goiabeira Paluma. I.
Brito, Carlos Henrique de. II. Título.

UFPB/BC

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

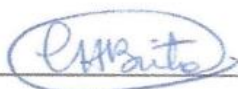
CERTIFICAÇÃO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: CONTRIBUIÇÕES PARA O CONTROLE DE MOSCAS-DAS-FRUTAS

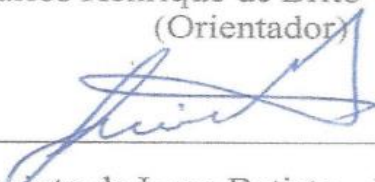
(Diptera: Tephritidae)

AUTOR: JOÁLISSON GONÇALVES DA SILVA

Aprovado como parte das exigências para obtenção do título de DOUTOR em Agronomia (Agricultura Tropical) pela comissão Examinadora:



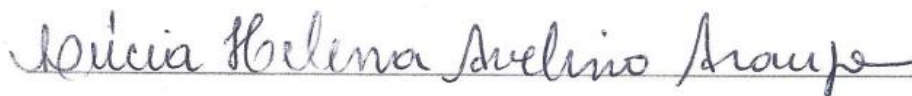
Prof. Dr. Carlos Henrique de Brito – DCB/CCA/UFPB
(Orientador)



Prof. Dr. Jacinto de Luna Batista – DFCA/CCA/UFPB



Prof. Dr. Laesio Pereira Martins – DGTA/CCHSA/UFPB



Dra. Lucia Helena Avelino Araújo – Embrapa Algodão

Data da realização: 28 de fevereiro de 2018.

Presidente da Comissão Examinadora
Prof. Dr. Carlos Henrique de Brito – DCB/CCA/UFPB
(Orientador)

Ao meu pai, José Alves da Silva (*in memoriam*).

Ofereço

A minha mãe Celia Gonçalves da Silva, à minha
irmã, e aos meus irmãos.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A DEUS, pela força em todos os momentos de minha vida;

Aos meus Pais, Célia Gonçalves da Silva e José Alves da Silva (*In memoriam*), que me deram toda a estrutura para que me tornasse a pessoa que sou hoje. Pela confiança e pelo amor que me fortalecem todos os dias;

Aos meus irmãos por todo carinho, amizade e apoio: Jocélia, Joéliton e Jocelmo;

Ao professor Dr. Carlos Henrique de Brito, pela orientação, confiança, disponibilidade, ensinamentos transmitidos, amizade e pelo exemplo de dedicação;

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA), pelo apoio institucional e a CAPES, pela concessão da bolsa;

À banca examinadora, pelas considerações para melhoria deste trabalho: Prof. Dr. Jacinto de Luna Batista, Prof. Dr. Laesio Pereira Martins e a Dra. Lúcia Helena Avelino Araújo;

A Dra. Clarice Diniz Alvarenga Corsato, da Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG, pela identificação dos insetos alvos da pesquisa;

Ao Prof. Dr. Laesio Pereira Martins, da Universidade Federal da Paraíba, Bananeiras, PB por ceder o laboratório de Fisiologia Pós-Colheita para realização de parte da pesquisa;

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia pela paciência, dedicação e ensinamentos disponibilizados nas aulas, cada um de forma especial contribuiu para a conclusão desse trabalho e consequentemente para minha formação profissional;

Aos amigos, estagiários, bolsistas, mestres e doutores dos Laboratórios de Zoologia dos Invertebrados, Entomologia e Fisiologia Pós-colheita: Robério (Bero), Kennedy, Mileny (Mimi), Ricardo (Tchow), Izabela, Camila, Mariana, Lucas, Fernanda, Vinicius (Vini), Luana, Anderson, Alysson, Renan, Ana Rita, Lilian, Rosangela, Graça Clementino, Shirley, Regivânia e Renato que auxiliaram de alguma forma para a realização desta pesquisa;

Aos técnicos dos Laboratórios de Zoologia e Entomologia: Rubervânia, Damasio e Severino (Seu Nino);

Aos colegas de Graduação da turma 2008.2 em especial aos amigos: Hilderlande (Hilda), Cristiany (Cris), Pâmela, Maria Idaline, José Lucivaldo, José Roberto, Alécio e Adelaido, por sempre estarem ao meu lado;

Aos meus amigos de longa data que sempre estiveram comigo: Fiama, Gustavo, Euclides, Romário, Eduardo (Duda), Williby, Matheus, Pedro Felipe, Felipe, Gabriel, Ewerton;

Enfim, a todos que contribuíram de forma direta ou indireta para a realização desse trabalho.

SILVA, J. G. **Contribuições para o controle de moscas-das-frutas** (Diptera: Tephritidae). Areia-PB, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Fev. 2018, 83p. Tese (Doutorado em Agronomia). Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Orientador: Prof. Dr. Carlos Henrique de Brito.

RESUMO GERAL – As moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) são insetos fitófagos com espécies que podem assumir o *status* de praga em frutíferas. No Brasil estudos têm indicado variações na diversidade das moscas-das-frutas, dinâmica populacional e nas interações com hospedeiros e parasitoides, sendo informações fundamentais para um controle efetivo. Entretanto, no Nordeste, sobretudo no Estado da Paraíba, as informações sobre a bioecologia destes tefritídeos são escassas. O estudo teve por objetivo caracterizar as populações de moscas-das-frutas no Brejo paraibano por meio de índices faunísticos e avaliar o efeito do uso de recobrimento biodegradável no controle e qualidade de frutos de goiabeira ‘Paluma’. A pesquisa foi desenvolvida na região do Brejo paraibano, abordando duas propriedades rurais de cada município, georreferenciadas e identificadas segundo o critério de diversidade de espécies frutíferas, utilizando os laboratórios de Zoologia de Invertebrados e Laboratório de Fisiologia Pós-Colheita. O trabalho foi desenvolvido, abordando os aspectos acima explanados, sendo dividido em quatro artigos. **No artigo I**, estudou-se a análise faunística da comunidade de moscas-das-frutas e a similaridade entre essas populações no municípios. O levantamento populacional foi realizado de julho de 2015 a junho de 2016. Onde foram capturadas um total de 3.159 moscas-das-frutas, das quais 85,57% pertenciam ao gênero *Anastrepha* e 14,43% ao gênero *Ceratitis*. 11 espécies de moscas-das-frutas foram capturadas nas armadilhas. Os municípios estudados apresetaram similaridade de 54%, o que indica alta semelhança entre as áreas. **No artigo II**, objetivou-se obter informações sobre os hospedeiros das moscas-das-frutas, seus parasitoides e suas relações (parasitoide/mosca-das-frutas/hospedeiro), visando a elaboração de futuros sistemas de manejo integrado destes tefritídeos. As espécies botânicas identificadas como hospedeiro de moscas-das-frutas, foram pertencentes a seis famílias e oito espécies frutíferas, apresentando uma riqueza de 11 espécies. A diversidade de hospedeiros e a disponibilidade de frutos são fatores determinante para os tipos de associações existentes entre as espécies de tefritídeos. **No artigo III**, a pesquisa teve por objetivo avaliar a flutuação populacional de moscas-das-frutas e correlacionar essas informações com a fenologia das cultura bem como os elementos meteorológicos. Em todos os meses do ano foi observado infestação de moscas-das-frutas para ambos os gêneros, no entanto o gênero *Anastrepha*

sobressaiu em relação ao gênero *Ceratitis*. O índice MAD em alguns municípios foi superior a 0,5 sendo recomendado se fazer o controle das moscas-das-frutas nestas áreas. **No artigo IV**, buscou avaliar o efeito do uso de recobrimento biodegradável associada a diferentes temperatura no controle e qualidade de frutos da goiabeira ‘Paluma’ infestados por *C. capitata*. O uso de recobrimento biodegradável associado a temperaturas baixas, promoveu efeito letal a ovos e larvas de *C. capitata*, reduzindo danos e a sobrevivência das larval em frutos infestados, e preserva a qualidade e aparência externa dos frutos e prolonga o período de vida útil.

Palavras-chave: Dinâmica populacional, recobrimento biodegradável, controle.

SILVA, J. G. **Contributions for the control of fruit flies** (Diptera: Tephritidae). Areia-PB, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Feb. 2018, 83p. Thesis (Thesis in Agronomy). Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Advisor: Dr. Carlos Henrique de Brito.

GENERAL ABSTRACT: Fruit flies (Diptera: Tephritidae) are phytophagous insects with species that can assume the status of pest in fruit. In Brazil, studies have indicated variations in the diversity of fruit flies, population dynamics and in the interactions with hosts and parasitoids, being fundamental information for an effective control. However, in the Northeast, especially in the state of Paraíba, information on the bioecology of these tefritídeos is scarce. The objective of this study was to characterize the populations of fruit flies in the Brejo Paraibano region through faunal indexes and to evaluate the effect of the use of biodegradable coating on the control and quality of 'Paluma' guava fruits. The research was developed in the Brejo region of Paraíba, covering two rural properties in each municipality, georeferenced and identified according to the criterion of diversity of fruit species, using Invertebrate Zoology laboratories and Post Harvest Physiology Laboratory. The work was developed, addressing the aspects explained above, being divided into four articles. **In article I**, we studied the faunistic analysis of the community of fruit flies and the similarity between these populations in the municipalities. The population survey was carried out from July 2015 to June 2016. A total of 3,159 fruit flies were captured, of which 85.57% belonged to the genus *Anastrepha* and 14.43% to the genus *Ceratitis*. 11 species of fruit flies were caught in the traps. The municipalities studied showed similarity of 54%, which indicates high similarity between the areas. **In article II**, we aimed to obtain information about the host of fruit flies, their parasitoids and their relationships (parasitoid / fruit fly / host), aiming at the elaboration of future systems of integrated management of these tefritídeos. The botanical species identified as host of fruit flies, belonged to six families and eight fruit species, presenting a richness of 11 species. The diversity of hosts and the availability of fruits are determinant factors for the types of associations between the species of tefritídeos. **In article III**, the research had as objective to evaluate the population fluctuation of fruit flies and to correlate this information with the phenology of the culture as well as the meteorological elements. In all months of the year infestation of fruit flies was observed for both genera, however the genus *Anastrepha* excelled in relation to the genus *Ceratitis*. The MAD index in some municipalities was higher than 0.5 and it is recommended to control the fruit flies in these areas. **In article IV**, the objective was to evaluate the effect of the use of biodegradable coating associated to different temperature on

the control and quality of guava fruit 'Paluma' infested by *C. capitata*. The use of biodegradable coatings associated with low temperatures promoted a lethal effect on eggs and larvae of *C. capitata*, reducing damage and larval survival in infested fruits, preserving the quality and appearance of the fruits and prolonging shelf life.

Key words: Population dynamics, biodegradable coating, control.

LISTA DE TABELAS

ARTIGO I. BIODIVERSIDADE E DISTRIBUIÇÃO POPULACIONAL DE MOSCAS-DAS-FRUTAS (Diptera: Tephritidae) EM POMARES DOMÉSTICOS DO ESTADO DA PARAIBA, BRASIL

Tabela 1. Caracterização das populações de moscas-das-frutas capturadas em armadilhas, por meio da análise faunística, em oito municípios da região do Brejo paraibano	13
---	----

ARTIGO II. ÍNDICE DE INFESTAÇÃO, PARASITISMO E DIVERSIDADE DE PLANTAS HOSPEDEIRAS DE MOSCAS-DAS-FRUTAS NO ESTADO DA PARAÍBA

Tabela 1. Número de moscas-das-frutas obtidas em armadilhas caça-moscas coletados em diferentes hospedeiros, no período de julho de 2015 a junho de 2016, no Brejo paraibano – PB	31
Tabela 2. Número de moscas-das-frutas obtidas em frutos coletados em diferentes hospedeiros, no período de julho de 2015 a junho de 2016, no Brejo paraibano – PB.....	34
Tabela 3. Índices de infestação de moscas-das-frutas nos municípios de Bananeiras e Borborema – PB, no período de Agosto/2015 a Julho/2016.....	37

ARTIGO III. FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE MOSCAS-DAS-FRUTAS (Diptera: Tephritidae) EM POMARES DOMÉSTICOS NO BREJO PARAIBANO, BRASIL

Tabela 1. Análise de correlação de Pearson entre os fatores abióticos (temperatura, precipitação e umidade relativa do ar) com a densidade média mensal de moscas-das-frutas capturada em armadilhas nos pomares, durante o período de agosto de 2015 a julho de 2016, no Brejo paraibano.	54
--	----

ARTIGO IV. QUALIDADE DE FRUTOS DE GOIABA INFESTADO POR MOSCA-DAS-FRUTAS

Tabela 1. Autovetores de dois componentes principais (CP1 e CP2) de variáveis relacionadas com as mudanças na qualidade de frutos da goiabeira ‘Paluma’ submetidos ou não a oviposição por mosca das frutas (<i>Ceratitis capitata</i>) durante 24 horas e posteriormente tratados ou não com filme biodegradável de amido de mandioca e óleo de erva-doce ou manjerição e armazenados a 10°C (A) e a 15°C (B), avaliados aos 20 dias em temperatura ambiente 23°C (C) aos 10 dias.....	74
--	----

LISTA DE FIGURA

ARTIGO I. BIODIVERSIDADE E DISTRIBUIÇÃO POPULACIONAL DE MOSCAS-DAS-FRUTAS (Diptera: Tephritidae) EM POMARES DOMÉSTICOS DO ESTADO DA PARAIBA, BRASIL

- Figura 1.** Análise de agrupamento entre os oito municípios do Brejo paraibanos, quanto à composição de espécies de moscas-das-frutas, baseado no quociente de similaridade calculado pelo método de Jaccard (junho/2015 – julho/2016) 17

ARTIGO II. ÍNDICE DE INFESTAÇÃO, PARASITISMO E DIVERSIDADE DE PLANTAS HOSPEDEIRAS DE MOSCAS-DAS-FRUTAS NO ESTADO DA PARAÍBA

- Figura 1.** Índice de infestação de *Anastrepha* spp. e *C. capitata* no período de julho de 2015 junho de 2016, no Brejo paraibano – PB 38

ARTIGO III. FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE MOSCAS-DAS-FRUTAS (Diptera: Tephritidae) EM POMARES DOMÉSTICOS NO BREJO PARAIBANO, BRASIL

- Figura 1.** Flutuação populacional de moscas-das-frutas de espécies de *Anastrepha* e *Ceratitis capitata* obtidas em Armadilhas Caça-Moscas em pomares domésticos, no período de Agosto/2015 a Julho/2016, no Brejo paraibano .. 53

- Figura 2.** Índice MAD (moscas/armadilha/dia) de moscas-das-frutas obtidas em Armadilhas Caça-Moscas em pomares domésticos, no período de Agosto/2015 a Julho/2016, no Brejo paraibano 57

ARTIGO IV. QUALIDADE DE FRUTOS DE GOIABA INFESTADO POR MOSCA-DAS-FRUTAS

- Figura 1.** Perda de massa de frutos da goiabeira ‘Paluma’ submetidos ou não a oviposição por mosca das frutas (*Ceratitis capitata*) durante 24 horas e posteriormente tratados ou não com filme biodegradável de amido de mandioca e óleo de erva-doce ou manjerição e armazenados a 10°C (A), 15°C (B) durante 20 dia e temperatura ambiente 23°C (C) durante 10 dias .. 71

- Figura 2.** Firmeza de frutos da goiabeira ‘Paluma’ submetidos ou não a oviposição por mosca das frutas (*Ceratitis capitata*) durante 24 horas e posteriormente tratados ou não com filme biodegradável de amido de mandioca e óleo de erva-doce ou manjerição e armazenados a 10°C (A), 15°C (B) durante 20 dias e temperatura ambiente 23°C (C) durante 10 dias 72

Figura 3.	Correlação de Pearson do número de larvas por frutos com as variáveis relacionadas com as mudanças na qualidade de frutos da goiabeira ‘Paluma’ submetidos ou não a oviposição por mosca das frutas (<i>Ceratitis capitata</i>) durante 24 horas e posteriormente tratados ou não com filme biodegradável de amido de mandioca e óleo de erva-doce ou manjerição e armazenados a 10°C (A) e a 15°C (B), avaliados aos 20 dias em temperatura ambiente 23°C (C) aos 10 dias	74
Figura 4.	Projeção dos valores de Loading (variáveis) e Score (tratamentos) dos dois primeiros componentes principais (CP1 e CP2) determinados por variáveis relacionadas com as mudanças na qualidade de frutos da goiabeira ‘Paluma’ submetidos ou não a oviposição por mosca das frutas (<i>Ceratitis capitata</i>) durante 24 horas e posteriormente tratados ou não com filme biodegradável de amido de mandioca e óleo de erva-doce ou manjerição e armazenados a 10°C (A) e a 15°C (B), avaliados aos 20 dias em temperatura ambiente 23°C (C) aos 10 dias	76
Figura 5.	Número de larvas por frutos da goiabeira ‘Paluma’ submetidos ou não a oviposição por mosca das frutas (<i>Ceratitis capitata</i>) durante 24 horas e posteriormente tratados ou não com filme biodegradável de amido de mandioca e óleo de erva-doce ou manjerição e armazenados a 10°C (A), 15°C (B) durante 20 dia e temperatura ambiente 23°C (C) durante 10 dias.....	78

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL.....	1
REFERÊNCIAS	3
ARTIGO I: BIODIVERSIDADE E DISTRIBUIÇÃO POPULACIONAL DE MOSCAS-DAS-FRUTAS (Diptera: Tephritoidea) EM POMARES DOMÉSTICOS DO ESTADO DA PARAIBA, BRASIL	7
Resumo	8
Abstract	8
Introdução	9
Material e Métodos	10
Resultados e Discussão	12
Conclusão	18
Agradecimentos	18
Referências	19
ARTIGO II: ÍNDICE DE INFESTAÇÃO, PARASITISMO E DIVERSIDADE DE PLANTAS HOSPEDEIRAS DE MOSCAS-DAS-FRUTAS NO ESTADO DA PARAÍBA	24
Resumo	25
Abstract	26
Introdução	26
Material e Métodos	28
Resultados e Discussão	29
Conclusão	39
Agradecimentos	39
Referências	39
ARTIGO III: FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE MOSCAS-DAS-FRUTAS (Diptera: Tephritoidea) EM POMARES DOMÉSTICOS NO BREJO PARAIBANO, BRASIL	45
Resumo	46

Abstract	46
Introdução	47
Material e Métodos	48
Resultados e Discussão	50
Conclusão	58
Agradecimentos	58
Referências	58

ARTIGO IV: QUALIDADE DE FRUTOS DE GOIABA INFESTADO POR MOSCA-DAS-FRUTAS	64
Resumo	65
Abstract	65
Introdução	66
Material e Métodos	68
Resultados e Discussão	69
Conclusão	79
Agradecimentos	79
Referências	79

INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil, com uma produção de mais de 41 milhões de toneladas, posiciona-se como o terceiro maior entre os países produtores de frutas frescas (ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2017). Entretanto, o país ocupa o 15º lugar entre os exportadores mundiais de frutas (ABRAFRUTAS, 2017), onde 47% do que é produzido são consumidos de forma *in natura* (BRAZILIAN FRUIT, 2016). Para tornar o país mais competitivo nesse mercado de exportações, é necessário o cumprimento das exigências fitossanitárias e comerciais, bem como a produção de frutas com maior qualidade (OLIVEIRA; FARIAS FILHO, 2012).

A produção de frutas ocorre em todas as regiões do país, mas predomina nas áreas de clima tropical e subtropical, onde a presença de moscas-das-frutas representa um dos principais entraves para a expansão da atividade frutícola (FIORAVANCO; PAIVA, 2012). As perspectivas para o setor são otimistas, portanto é necessário que se desenvolvam estratégias para controle dessa praga que comprometem a produção e, ou, as exportações (BISOGNIN *et al.*, 2013).

Diversos fatores, como clima, altitude, localização geográfica, fenologia e sucessão de hospedeiros (primários ou secundários), podem influenciar na abundância de determinadas espécies de moscas-das-frutas nos pomares durante o ano (SILVA *et al.*, 2010; MONTES; RAGA; SOUZA FILHO, 2011).

Muitas espécies da família Tephritidae são altamente polífagas e atacam uma ampla variedade de frutos de importância econômica. No Brasil, destacam-se tefritídeos dos gêneros *Anastrepha* e *Ceratitis* (ARAUJO *et al.*, 2009), o país apresenta a maior diversidade de moscas-das-frutas no mundo, sendo o gênero *Anastrepha* o mais expressivo, com 120 espécies presentes no país (ZUCCHI, 2008; 2017). Já o gênero *Ceratitis* é representado por uma única espécie, a mosca-do-mediterrâneo *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (ZUCCHI, 2001), relatada infestando cerca de 93 espécies de plantas no Brasil, sendo a preferência por hospedeiros exóticos (MALAVASI, 2009; ZUCCHI, 2012).

Os danos causados pelas moscas-das-frutas ocorrem devido à oviposição e o desenvolvimento das larvas no interior dos frutos, causando perdas diretas, como a inviabilização e a desvalorização dos frutos para o comércio e aumento dos custos de produção, e os indiretos acabam sendo os mais prejudiciais, devido às medidas quarentenárias impostas pelos países importadores (MALAVASI, 2001; SOUZA FILHO; RAGA; ZUCCHI, 2003; SANTOS *et al.*, 2008).

Dentre as metodologias utilizadas para a desinfestação de frutas pós-colheita como tratamento quarentenário, cita-se o tratamento térmico com frio ou calor, a radiação ionizante e a utilização de produtos químicos. Dentre eles, o vapor e a água quente apresentam facilidade de aplicação e não danificam a qualidade dos frutos, quando adequadamente dimensionados quanto à temperatura e ao tempo de exposição (MENDONÇA *et al.*, 2010)

O tratamento físico de frutos na pós-colheita é bastante utilizado no Brasil para mangas que se destinam a exportação com a finalidade de controlar as moscas-das-frutas de diversas espécies, (NASCIMENTO E MENDONÇA, 1998; BATISTA *et al.*, 2001; LUNARDI *et al.*, 2002; DÓRIA *et al.*, 2004).

Vários estudos têm sido realizado no Brasil e no mundo utilizando armadilhas com atrativo alimentar para conhecimento da diversidade e monitoramento de tefritídeos (HÄRTER *et al.*, 2010; JEMÂA *et al.*, 2010; TAIRA *et al.*, 2013). No entanto, os tefritídeos capturados em armadilhas instaladas em uma árvore não permitem associar esta planta como sua hospedeira (ALUJA *et al.*, 1987), de vez que só o levantamento de espécies de moscas-das-frutas baseados em coleta de frutos permite conhecer a associação precisa destes insetos com seus frutos hospedeiros. Esta compreensão é fundamental tanto para estudos de biologia e ecologia de moscas-das-frutas como para programas de manejo destas pragas (URAMOTO *et al.*, 2004).

A principal forma de controle das moscas-das-frutas continua sendo através da utilização de iscas tóxicas, pulverização de inseticidas e fumigação pós-colheita. Com perspectivas de diminuir o uso destes produtos, vêm sendo desenvolvidas formas alternativas de controle em várias espécies de moscas-das-frutas, tais como tratamentos quarentenários pós-colheita, que inclui métodos físicos aplicados de forma simples e que não resultem em perdas qualitativas dos frutos (NASCIMENTO *et al.*, 2009).

Inúmeras pesquisas têm sido realizadas visando a busca e a utilização de produtos e sistemas de manejo ecologicamente corretos, como por exemplo, a utilização de inseticidas vegetais, que venham a contribuir para o controle das moscas das frutas e demais pragas. Com isso, a utilização de óleos essenciais e extratos com propriedades inseticidas tornam-se fundamental, sendo conhecidas mais de 2.000 espécies de plantas (VIEGAS JÚNIOR, 2003). Nesse sentido, a pesquisa teve como objetivo fornece subsídios para o controle de moscas-das-frutas no Brejo paraibano.

REFERÊNCIAS

ALUJA, M.; CABRERA, M.; RIOS, E.; GUILLÉN, J.; CELEDONIOHURTADO, H.; HENDRICH, J.; LIEDO, P. A. Survey of the economically important fruit flies (Diptera: Tephritidae) present in Chiapas and a few other fruit growing regions in Mexico. **Florida Entomologist**, v. 70, p. 320-329, 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES EXPORTADORES DE FRUTAS E DERIVADOS (ABRAFRUTAS). Disponível em: <http://abrafrutas.org/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=21&Itemid=280&lang=pt-br&limitstart=18>. Acesso em: 19 dez. 2017.

ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA 2017. Santa Cruz do Sul: **Editora Gazeta**, Santa Cruz, 2017.

BATISTA, J. L.; BORTOLI, S. A.; ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H. A. C. **Tratamentos pós-colheita para o controle de mosca-das-frutas**. Jaboticabal: Funep, 2001. 30p.

BISOGNIN, M.; NAVA, D. E.; LISBÔA, H.; BISOGNIN, A. Z.; GARCIA, M. S.; VALGAS, R. A. Biologia da mosca-das-frutas sul-americana em frutos de mirtilo, amoreira, amoreira-preta, araçazeiro e pitangueira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 2, p. 141-147, 2013.

BRAZILIAN FRUIT. Disponível em: <<http://www.brazilianfruit.org/>>. Acesso em: 28 de fevereiro de 2016.

DÓRIA, H. O. S.; DE BORTOLI, S. A.; ALBERGARIA, N. M. M. S. Influência de tratamentos térmicos na eliminação de *Ceratitis capitata* em frutos de goiaba (*Psidium guajava* L.). **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 26, n. 1, p. 107-111, 2004.

FIORAVANCO, J. C.; PAIVA, M. C. **Competitividade e fruticultura brasileira**. Informações econômicas, São Paulo, v. 32, n. 7, p. 24-40, Jul. 2012.

HARTER, W. R.; GRUTZMACHER, A. D.; NAVA, D. E.; GONÇALVES, R. S.; BOTTON, M. Isca tóxica e disrupção sexual no controle da mosca-da-fruta sulamericana e da mariposa oriental em pessegueiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, p. 229-235, 2010.

JEMÂA, J. M. B.; BACHROUCH, O.; ALLIMI, E.; DHOUIBI, M. H. Field evaluation of mediterranean fruit mass trapping with Tripack as alternative to malathion bait-spraying in citrus orchards. **Spanish Journal of Agricultural Research**, v. 8, p. 400-408, 2010.

LUNARDI, R.; SEIBERT, E.; PEZII, E.; BENDER, R. J. Tratamento por água quente na qualidade de maçãs 'Fuji' inoculadas artificialmente com *Botryosphaeria dothidea*, em armazenamento refrigerado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 4, p. 656-570, 2002.

MALAVASI, A.; MORGANTE J.L. Biologia de “moscas-das-frutas” (Diptera: Tephritidae). II Índices de infestação em diferentes hospedeiros e localidades. **Revista Brasileira de Biologia**, v.40, n.1, p.17-24, 2001.

MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A.; SUGAYAMA, R.L. Biogeografia. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A. **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil**: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto: Ed. Holos, 2009. p.93-98.

MENDONÇA, M. C.; NASCIMENTO, A. S.; CALDAS, R. C.; PEREIRA FILHO, C. A. Efeito do tratamento hidrotérmico de mangas na mortalidade de larvas de *Ceratitis capitata* (Wied.) (Diptera: Tephritidae). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, Londrina, v. 29, n. 1, p. 139-145, 2000.

MONTES, S. M. N. M.; RAGA, A.; SOUZA FILHO, M. F. Levantamento de espécies de *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) em áreas de cucurbitáceas sob sistema de mitigação de risco. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.78, n.2, p.317-320, 2011.

NASCIMENTO, A.S. Aspecto ecológico e tratamento póscolheita de mosca-das-frutas (Tephritidae) em manga, *Mangifera indica*. Tese (Doutorado) - **Instituto de Biociências**, Universidade de São Paulo, São Paulo, 97 p. 2009.

NASCIMENTO, A. S.; MENDONÇA, M. C. Tratamento hidrotérmico de manga visando ao controle de mosca-das-frutas. Cruz das Almas, Bahia: EMBRAPA-CNPMPF, 1998. 17p. (Boletim de Pesquisa, 13).

OLIVEIRA, A. C.; FARIAS FILHO, S. M. Um paralelo entre os produtores de frutas do pólo Petrolina-Juazeiro com os fruticultores de toda a área de atuação do BNB. **Revista de Desenvolvimento Econômico**, Salvador/BA, v. 14, n. 26, p. 13-25, 2012.

SANTOS, J. P.; CORRENT, A. R.; BERTON, O.; SCHWARZ, L. L.; DENARDI, F. Incidência de podridão-branca em frutos de macieira com e sem fermentos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n.1, p.118-121, 2008.

SOUZA FILHO, M. F. DE, RAGA, A.; ZUCCHI, R. A. Moscas-das-frutas no estado de São Paulo: ocorrência e danos. **Laranja**, v.24, n.1, p.45-69, 2003.

SILVA, J. G.; DUTRA, V. S.; SANTOS, M. S.; SILVA, N. M. O.; VIDAL, D. B.; NINK, R. A.; GUIMARAES, J. A.; ARAUJO, E. L. Diversity of *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) and associated Braconid parasitoids from native and exotic hosts in Southeastern Bahia, Brazil. **Environmental Entomology**, v. 39, n. 5, p. 1457-1465, 2010.

TAIRA, T. L.; ABOT, A. R.; NICÁCIO, J.; UCHÔA, M. A.; RODRIGUES, S. R.; GUIMARÃES, J. A. Fruit flies (Diptera, Tephritidae) and their parasitoids on cultivated and wild hosts in the Cerrado-Pantanal ecotone in Mato Grosso do Sul, Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 57, n. 3, p. 300–308, 2013.

URAMOTO, K.; WALDER, J. M. M.; ZUCCHI, R. A. Biodiversidade de moscasdas- frutas do gênero *Anastrepha* (Diptera, Tephritidae) no campus da ESALQUSP, Piracicaba, São Paulo. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 48, n. 3, p. 409-414, 2004.

VIEGAS JÚNIOR, C. Terpenos com atividade inseticida: uma alternativa para o controle químico de insetos. **Química Nova**, São Paulo, v. 26, p. 390-400, 2003.

ZUCCHI, R. A. Taxonomia. In: **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: Conhecimento básico e aplicado**. 1. edição. Ribeirão Preto: Holos, 2000. 327p.

ZUCCHI, R. A. Mosca-do-mediterrâneo, *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). In: VILELA, E. F.; ZUCCHI, R. A.; CANTOR, F. (Ed.). **Histórico e impacto das pragas introduzidas no Brasil**. Ribeirão Preto: Holos, 2001. p.15-22.

ZUCCHI, R.A. 2008. Fruit flies in Brazil - *Anastrepha* species their host plants and parasitoids. Available in: www.lea.esalq.usp.br/anastrepha/, updated on November 27, 2017. Accessed on 27 dez 2017.

ZUCCHI, R.A. Diversidad, distribución y hospederos del género *Anastrepha* en Brasil. In: HERNÁNDEZ-ORTIZ, V. **Moscas de la fruta en Latinoamérica (Diptera: Tephritidae): Diversidad, biología y manejo**. S y G editores, Distrito Federal, México, 2012. p.77-100.

ARTIGO I

BIODIVERSIDADE E DISTRIBUIÇÃO POPULACIONAL DE MOSCAS- DAS-FRUTAS (Diptera: Tephritidae) EM POMARES DOMÉSTICOS DO ESTADO DA PARAIBA, BRASIL

BIODIVERSIDADE E DISTRIBUIÇÃO POPULACIONAL DE MOSCAS-DAS-FRUTAS (Diptera: Tephritidae) EM POMARES DOMÉSTICOS DO ESTADO DA PARAIBA, BRASIL

BIODIVERSITY AND POPULATION DISTRIBUTION OF FRUIT FLIES (Diptera: Tephritidae) IN DOMESTIC POMARES OF THE STATE OF PARAIBA, BRAZIL

RESUMO - As moscas-das-frutas causam grandes prejuízos do ponto de vista econômico para o mercado de frutas, portanto, é importante obter informações quanto aos seus níveis populacionais e abundância das espécies. O trabalho teve por objetivo caracterizar, por meio da análise faunística, as populações de moscas-das-frutas no Brejo paraibano, e analisar a similaridade entre essas populações. A pesquisa foi desenvolvida em duas propriedades rurais de cada município, georreferenciadas, identificadas segundo o critério de diversidade de espécies frutíferas. O levantamento populacional foi realizado de julho de 2015 a junho de 2016. Cada município foi considerado como tendo uma população de moscas-das-frutas com características próprias, determinadas pelos índices faunísticos de frequência, constância, dominância, índices de diversidade de Shannon-Wiener e de Margalef, e equitabilidade. Foram capturadas um total de 3.159 moscas-das-frutas, das quais 85,57% pertenciam ao gênero *Anastrepha* e 14,43% o gênero *Ceratitis*. 11 espécies de moscas-das-frutas foram capturadas nas armadilhas, A *A. fraterculus*, foi a espécie mais frequente, dominante e constante, estando presente em todas as localidades, seguida das espécies *A. obliqua*, *A. sororcula* e *C. capitata*. Quanto à composição de espécies de moscas-das-frutas, as populações de Bananeiras, Borborema, Areia e Serraria foram mais semelhantes entre si, formando um grupo distinto das populações de moscas-das-frutas de Alagoa Grande, Alagoa Nova, Matinhas e Pilões, que formaram um outro grupo. Os municípios estudados aprestaram similaridade de 54%, o que indica alta semelhança entre as áreas. A maioria das espécies capturadas no presente estudo ocorrem em baixa frequência populacional.

Palavras-chave: Dinâmica populacional; Índice faunístico; Similaridade

ABSTRACT - Fruit flies cause great damage from the economic point of view for the fruit market, therefore, it is important to obtain information on their population levels and abundance of the species. The objective of this work was to characterize, through the faunistic analysis, the populations in the Brejo Paraibano, and to analyze the similarity between these populations.

The research was developed in two rural properties of each municipality, georeferenced, identified according to the criterion of diversity of fruit species. The population survey was carried out from July 2015 to June 2016. Each municipality was considered to have a population of fruit flies with their own characteristics, determined by the faunistic indexes of frequency, constancy, dominance, diversity indexes of Shannon-Wiener, Margalef, and equitability. A total of 3,159 fruit flies were captured, of which 85.57% belonged to the genus *Anastrepha* and 14.43% the genus *Ceratitis*. 11 species of fruit flies were captured in the traps, *A. fraterculus*, was the most frequent, dominant and constant species, being present in all localities, followed by species *A. obliqua*, *A. sororcula* and *C. capitata*. As for the composition of fruit fly species, the populations of Bananeiras, Borborema, Areia and Serraria were more similar to each other, forming a distinct group from the populations of fruit flies of Alagoa Grande, Alagoa Nova, Matinhas and Pilões, who formed another group. The municipalities studied showed similarity of 54%, which indicates high similarity between the areas. Most of the species captured in the present study occur at low population frequencies.

Keywords: Population dynamics; Faunistic index; Similarity

INTRODUÇÃO

As moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) são insetos fitófagos, sendo conhecidas mais de 4.000 espécies neste grupo, que apresenta ampla distribuição mundial (BENELI, 2015).

As moscas-das-frutas estão entre as pragas de maior importância econômica e quarentenária para a fruticultura mundial (WHARTON; YODER, 2015). Estes tefritídeos causam danos diretos através da oviposição realizada pelas fêmeas adultas que perfuram a casca dos frutos para ovipositar, em seguida, eclodem as larvas que se alimentam da polpa do fruto, causando sua depreciação, tornando o fruto inviável para o comércio e indústria (ALUJA; MANGAN, 2008). Os danos indiretos causados por estas pragas estão relacionados com as barreiras quarentenárias impostas pelos países importadores e com os elevados custos com controle e monitoramento (GODOY; PACHECO; MALAVASI, 2011).

As espécies de moscas-das-frutas economicamente importantes que ocorrem no Brasil pertencem aos gêneros *Anastrepha* Schiner, *Bactrocera* Macquart, *Ceratitis* MacLeay e *Rhagoletis* Loew (ZUCCHI, 2000). O gênero *Anastrepha* é considerado o mais diverso, distribuído nos trópicos e subtropicais das Américas, composto por aproximadamente 270 espécies), destas 120 ocorrem no Brasil (NORRBOM *et al.*, 2014; ZUCCHI, 2017).

Os gêneros *Bactrocera* e *Ceratitis* estão representados por uma única espécie, a mosca da carambola *Bactrocera carambolae* Drew & Rancock e a mosca do mediterrâneo *Ceratitis capitata* (Wiedemann), respectivamente. O gênero *Rhagoletis* é representado por quatro espécies, praticamente sem importância econômica (ZUCCHI, 2000).

Informações sobre a análise faunística de tefritídeos são cruciais para o entendimento da bioecologia destes insetos em diferentes áreas (MARSARO *et al.*, 2012). Por isso, diversos estudos vêm sendo realizado em todo o mundo utilizando armadilhas com atrativo alimentar para conhecimento da diversidade, monitoramento e/ ou controle de tefritídeos (ALI *et al.*, 2014; ARAUJO *et al.*, 2009; ORDANO *et al.*, 2013; TAIRA *et al.*, 2013).

Na adoção de qualquer programa de manejo integrado de moscas-das-frutas em pomares, é necessário antes conhecer alguns aspectos ecológicos desses tefritídeos, como a diversidade de espécies presente nos pomares, frequência, dominância, constância das espécies, entre outros parâmetros faunísticos (AGUIAR-MENEZES *et al.* 2008).

A maioria dos estudos faunísticos sobre moscas-das-frutas realizados em pomares de diversos estados brasileiros tem demonstrado a dominância de apenas uma ou duas espécies, mesmo onde foi registrada alta diversidade (SÁ *et al.* 2012). De acordo com Silva *et al.* (2010), diversos fatores, como o clima, localização do pomar e a abundância e diversidade de hospedeiros, podem influenciar as espécies de moscas-das-frutas.

A combinação de estudos taxonômicos, biológicos e comportamentais torna-se uma ferramenta de grande valia para o real entendimento desses organismos (DEUS; ADAIME, 2013). Assim, o objetivo desse trabalho foi caracterizar, por meio da análise faunística, as populações de moscas-das-frutas no Brejo paraibano, e analisar a similaridade entre essas populações.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo situa-se na Mesorregião do Agreste Paraibano e Microrregião do Brejo Paraibano incluindo os municípios de: Alagoa Grande (S 07° 01' 53.6" W 035° 38' 12.1"), Alagoa Nova (S 07° 04' 56.3" W 035° 48' 53.1"), Areia (S 06° 59' 22.7" W 035° 44' 00.2"), Bananeiras (S 06° 43' 44.3" W 035° 39' 24.0"), Borborema (S 06° 47' 37.7" W 035° 35' 53.2"), Matinhas (S 07° 06' 40.0" W 035° 49' 10.5"), Pilões (S 06° 56' 45.4" W 035° 39' 38.2") e Serraria (S 06° 49' 03.8" W 035° 39' 19.4"). A pesquisa foi desenvolvida em duas propriedades rurais de cada município, georreferenciadas, identificadas segundo o critério de diversidade de espécies frutíferas. O levantamento populacional foi realizado de julho de 2015 a junho de 2016.

A obtenção dos adultos das moscas-das-frutas foi realizado com auxílio de armadilhas plásticas (PET), em cada uma das áreas de amostragem foram instaladas duas armadilhas/planta. As armadilhas foram colocadas na altura média da copa das árvores, contendo 300 ml de solução aquosa de proteína hidrolisada a 5% (BioAnastrepha®) como atrativo alimentar.

Os frascos foram inspecionados quinzenalmente, ocasião em que os espécimes de mosca capturados foram coletados e o atrativo alimentar substituído. Esses espécimes foram lavados com água em uma peneira e assim acondicionados em recipientes de plástico com álcool hidratado a 70%, sendo devidamente etiquetados, e posteriormente encaminhados até o Laboratório de Zoologia de Invertebrados do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba – Areia/PB, local este onde os machos e as fêmeas dos gêneros *Anastrepha* e *Ceratitis* foram triados e conservados em álcool hidratado a 70% para a posterior identificação da espécie.

Os exemplares de moscas-das-frutas foram separados por sexo e apenas as fêmeas foram identificadas, através dos acúleos presentes no ovipositor, uma vez que os machos não apresentam os caracteres diagnósticos para a identificação específica (URAMOTO, 2002), utilizando-se chaves de identificação (ZUCCHI, 2000). As fêmeas coletadas do gênero *Anastrepha* foram identificadas pela Dra. Clarice Diniz Alvarenga Corsato – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG.

Cada município foi considerado como tendo uma população de moscas-das-frutas com características próprias, determinadas pelos índices faunísticos de frequência, constância, dominância, índices de diversidade de Shannon-Wiener e de Margalef, e equitabilidade (PINTO-COELHO, 2000; SILVEIRA NETO *et al.*, 1976, SOUTHWOOD, 1995,).

- Frequência: $p_i = n_i/N$, onde n_i : número de indivíduos da espécie e N : total de indivíduos da amostra. É a proporção de indivíduos de uma espécie em relação ao total de indivíduos da amostra.
- Constância: Porcentagem de amostras em que uma determinada espécie esteve presente. $C = p \cdot 100/N$, onde p : número de amostras com a espécie e N : número total de amostras tomadas. Classificação das espécies quanto à constância:
 - Espécie constante: presente em mais de 50% das amostras.
 - Espécie acessória: Presente em 25-50% das amostras.
 - Espécie acidental: Presente em menos de 25% das amostras.
- Riqueza (S): Número total de espécies observadas na comunidade.

- Número de espécies dominantes: Uma espécie é considerada dominante quando apresenta frequência superior a $1/S$, onde S é o número total de espécies na comunidade.
 - Shannon-Wiener (H'): Mede o grau de incerteza em prever a que espécie pertencerá um indivíduo escolhido aleatoriamente, de uma amostra com S espécie e N indivíduos.
 - Equitabilidade: foi determinada utilizando-se a razão entre o índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') e a diversidade máxima ($H'_{\text{máx}} = \ln S$).
 - Margalef: Esse índice expressa a relação entre o número de espécies e o número de indivíduos de cada espécie e representa o padrão de utilização de nichos pelas espécies.
- A similaridade entre municípios em termos da composição de espécies de moscas-das-frutas foi determinada método de Jaccard entre as amostras representativas dos municípios através do método das ligações médias, que calcula a similaridade média entre as amostras mediante o algoritmo UPGMA (Unweighted Pair Groups Method using Arithmetic Mean).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No período de 12 meses de amostragem, levando em consideração os oitos municípios estudados, foram capturadas um total de 3.159 moscas-das-frutas, das quais 85,57% pertenciam ao gênero *Anastrepha* sendo (1.867 fêmeas e 836 machos) e 14,43% ao gênero *Ceratitis capitata* (Wied.), sendo (330 fêmeas e 126 machos).

Nas armadilhas foram capturadas 10 espécies de *Anastrepha*: *A. fraterculus* (Wiedemann, 1830), *A. obliqua* (Macquart, 1835), *A. sororcula* (Zucchi, 1979), *A. antunesi* (Lima, 1938), *A. distincta* (Greene, 1934), *A. dissimilis* (Stone, 1994), *A. zenildae* (Zucchi, 1979), *A. pickeli* (Lima, 1934), *A. hadropickeli* (Zucchi, 2013), *A. barbiellinii* (Lima, 1938) e a *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Tabela 1).

Das sete espécies de moscas-das-frutas importantes do ponto de vista econômico, devido aos prejuízos que causam nas plantas frutíferas, quatro espécies foram capturadas: *A. obliqua*, *A. fraterculus*, *A. sororcula* e *A. zenildae*.

De acordo com o site: Fruit flies (Diptera: Tephritidae) in Brazil, até novembro de 2017 na Paraíba, foram registrado apenas seis espécies de *Anastrepha*: *A. antunesi*; *A. fraterculus*; *A. obliqua*; *A. serpentina* (Wiedmann, 1830); *A. sorocula* e *A. zenilde* (<http://www.lea.esalq.usp.br>). No presente trabalho foram encontradas mais cinco espécies de *Anastrepha* que ainda não foram descrita na Paraíba, sendo elas: *A. distincta*; *A. dissimilis*; *A. pickeli*; *A. hadropickeli* e *A. barbiellinii*.

Anastrepha fraterculus foi a espécie mais abundante nas armadilhas (39,33%), seguida de *A. obliqua* (24,35%), *A. sororcula* (17,39%) e *C. capitata* (15,02%). As demais espécies obtiveram uma abundância inferior a 50 exemplares, somando 3,91% do total de fêmeas coletadas.

No presente estudo, a riqueza de espécies diferiu entre os municípios. As maiores foram em Bananeiras e Serraria, ambas com $S = 8$ e as menores foram em Borborema, Matinhas e Pilões com $S = 5$. Essa diferença foi determinada pela captura de algumas espécies apenas em um determinado município. No entanto, *A. fraterculus*, *A. obliqua* e *A. sororcula* ocorreram nos oito municípios, e *C. capitata* somente não foi capturada em Borborema (Tabela 1).

Em pesquisas realizadas em diversas localidades, com o clima e vegetação semelhante ao desse estudo, também foi observada uma baixa riqueza de espécies de moscas-das-frutas. Feitosa *et al.* (2008) em um pomar no Estado do Piauí, foram capturados indivíduos pertencentes apenas a quatro espécies. No sudoeste da Bahia, em três municípios foram registradas oito espécies (SÁ *et al.* 2012). Em três municípios do Baixo Jaguaribe, CE, Araújo *et al.* (2009) registraram sete espécies de moscas-das frutas em pomares diversificados.

Tabela 1. Caracterização das populações de moscas-das-frutas capturadas em armadilhas, por meio da análise faunística, em oito municípios da região do Brejo paraibano.

BREJO PARAIBANO																
	A. GRANDE				A. NOVA				AREIA				BANANEIRAS			
ESPÉCIES	N	F	C	D	N	F	C	D	N	F	C	D	N	F	C	D
<i>A. fraterculus</i>	1	1,11	Z	N	126	40,00	W	D	265	66,25	W	D	131	26,68	W	D
<i>A. obliqua</i>	17	18,89	W	D	11	3,49	Z	N	77	19,25	W	D	52	10,59	Y	N
<i>A. sororcula</i>	1	1,11	Z	N	123	39,05	W	D	30	7,50	Y	N	158	32,18	W	D
<i>A. antunesi</i>	-	-			-	-			11	2,75	Z	N	10	2,04	Z	N
<i>A. distincta</i>	2	2,22	Z	N	2	0,63	Z	N	1	0,25	Z	N	14	2,85	Z	N
<i>A. dissimilis</i>	-	-			1	0,32	Z	N	-	-			-	-		
<i>A. zenilde</i>	-	-			-	-			2	0,50	Z	N	4	0,81	Z	N
<i>A. pickeli</i>	1	1,11	Z	N	-	-			-	-			-	-		
<i>A. hadropickeli</i>	-	-			1	0,32	Z	N	-	-			-	-		
<i>A. barbiellini</i>	-	-			-	-			-	-			1	0,20	Z	N
<i>C. capitata</i>	68	75,56	W	D	51	16,19	W	D	14	3,50	Z	N	121	24,64	Y	D
Total	90				315				400				491			

S	6	7	7	8
H'	0,8	1,2	1,0	1,5
E	0,4	0,6	0,5	0,7
α	1,1	1,0	1,0	1,1

BREJO PARAIBANO																
	BORBOREMA				MATINHAS				PILÕES				SERRARIA			
ESPÉCIES	N	F	C	D	N	F	C	D	N	F	C	D	N	F	C	D
<i>A. fraterculus</i>	184	75,41	W	D	12	33,33	W	D	73	80,22	W	D	72	13,58	Y	D
<i>A. obliqua</i>	20	8,20	Z	N	11	30,56	Y	D	10	10,99	Y	N	337	63,58	W	D
<i>A. sororcula</i>	27	11,07	Y	N	8	22,22	Y	D	5	5,49	Y	N	30	5,66	Z	N
<i>A. antunesi</i>	10	4,10	Z	N	-	-			-	-			6	1,13	Z	N
<i>A. distincta</i>	3	1,23	Z	N	-	-			-	-			2	0,38	Z	N
<i>A. dissimilis</i>	-	-			1	2,78	Z	N	1	1,10	Z	N	8	1,51	Z	N
<i>A. zenilde</i>	-	-			-	-			-	-			5	0,94	Z	N
<i>A. pickeli</i>	-	-			-	-			-	-			-	-		
<i>A. hadropickeli</i>	-	-			-	-			-	-			-	-		
<i>A. barbiellini</i>	-	-			-	-			-	-			-	-		
<i>C. capitata</i>	-	-			4	11,11	Y	N	2	2,20	Z	N	70	13,21	Y	D
Total	244				36				91				530			
S	5				5				5				8			
H'	0,8				1,4				0,7				1,2			
E	0,5				0,9				0,4				0,6			
α	0,7				1,1				0,9				1,1			

187 N = Número de moscas capturadas (fêmeas); F = Frequência relativa (%); C = Constância (w
188 = constante, y = acessória e z = acidental); D = Dominância (d = dominante e n = não
189 dominante); S = Riqueza; H' = Índice de diversidade de Shannon-Wiener; E = Equitabilidade
190 e α = Índice de diversidade de Margalef.

191

192 A composição das espécies predominantes em cada localidade foi constituída pelas
193 espécies que alcançaram as maiores categorias nos parâmetros faunísticos utilizados
194 (abundância, dominância, frequência e constância), (tabela 1).

195 No presente estudo, as espécies predominantes variaram entre os municípios. Serraria
196 (530), Bananeiras (491) e Areia (400), foram as localidades que obtiveram maior abundancia,

resultando no maior número de fêmeas capturadas entre os oito municípios (64,68 % do total de fêmeas capturadas em todas as armadilhas instaladas).

A. A. fraterculus, foi a espécie mais frequente, dominante e constante, estando presente em todas as localidades, seguida das espécies *A. obliqua*, *A. sororcula* e *C. capitata*, que foram frequentes, dominantes e constantes em determinados municípios estudados (tabela 1). Corroborando com diversos trabalhos que envolvem a análise faunística de tefritídeos, onde observa-se a ocorrência de duas a três espécies dominantes em diferentes regiões do Brasil (ARAUJO *et al.*, 2013; BOMFIM; UCHÔA-FERNANDES; BRAGANÇA, 2007; CANESIN; UCHÔAFERNANDES, 2007; HUSCH *et al.*, 2012; MARSARO JÚNIOR *et al.*, 2012;).

As espécies como *A. antunesi*, *A. distincta*, *A. dissimilis* e *A. zenilde* foram caracterizadas como acidentais e apresentaram frequência menor que 3%. A ocorrência de outras espécies menos frequentes de moscas-das-frutas nos pomares pode ser devido à presença de outras plantas hospedeiras preferenciais e/ou a vegetação nativa próxima aos pomares, os quais podem ter contribuído para a ocorrência de espécies acessórias e/ou acidentais nas amostras coletadas (AZEVEDO *et al.* 2010).

A. pickeli, *A. hadropickeli* e *A. barbiellini* ocorreram de forma esporádica, também de forma acidental, com apenas uma fêmea de cada espécie amostrada, ocorrida em localidades diferentes (Alagoa Grande, Alagoa Nova e Bananeiras receptivamente), (tabela 1). Essas espécies dentro de cada agroecossistema sugerem quanto é ampla a diversidade de moscas-das-frutas e quão bem adaptadas estão no meio em que vivem. A presença das espécies raras indica que nas áreas encontram-se hospedeiros específicos, que aumentam a diversidade das moscas-das-frutas. Para a estabilidade de uma comunidade, as espécies raras, embora sem importância econômica, desempenham funções indiretas importantes para sobrevivência e manutenção da diversidade da comunidade.

A maioria das espécies capturadas no presente estudo ocorreu em baixa frequência populacional. É possível que estas espécies sejam oriundas de hospedeiros mais distantes em relação ao local de instalação das armadilhas e que acabaram sendo capturadas pela atratividade conferida pelas armadilhas e o respectivo atrativo alimentar durante sua atividade de exploração do ambiente. Este fato também foi observado por Dutra *et al.* (2009) e Santos *et al.* (2011) na Bahia. Ferrara *et al.* (2005) destacaram ser provável que levantamentos feitos com armadilhas permitam a captura de moscas-das-frutas provenientes de vegetação mais diversa, em comparação com a metodologia de coleta de tefritídeos através de frutos.

Vários índices de diversidade podem ser calculados para caracterizar uma comunidade. Entretanto, utilizou-se o índice de Shannon (H'), que apresenta o cálculo de sua variância e

assim diferenciar, as comunidades. Houve diferença na diversidade pelo índice de Shannon nas áreas, variando entre 0,7 a 1,5, o município de Bananeiras foi o que apresentou o maior valor, confirmando o maior número de espécies de moscas-das-frutas capturadas ($S = 8$) entre os demais municípios. O menor valor desse índice foi registrado para o município de Alagoa Grande, isso pode acontecer em áreas onde os fatores limitantes e competição intraespecífica agem intensamente na população. Assim, nessas áreas as espécies mais comuns e dominantes aumentam suas populações e as demais apresentam baixo nível populacional. Esse fato foi observado neste estudo, pois houve poucas espécies de *Anastrepha* nesta área, porém muitos indivíduos de *C. capitata* (tabela 1).

O índice equitabilidade (E) variou entre 0,4 a 0,9, onde os municípios de Alagoa Grande (0,4) e Pilões (0,4), apresentaram os menores índices. A baixa equitabilidade nessas áreas foram devido ao fato de uma maior ocorrência de uma espécie com frequência superior a 75% para as espécies *C. capitata* e *A. fraterculus* respectivamente (Tabela 1). Sendo o mesmo fato observado por Dutra *et al.* (2009) e Santos *et al.* (2011) em pomares localizados no Estado da Bahia, onde apenas duas espécies de *Anastrepha* apresentaram alta frequência em relação às outras espécies capturadas.

Os índices de diversidade de Margalef obtidos foram baixos, variando de 0,7 a 1,1 (Tabela 1). Segundo Margalef (1972), esse índice raramente ultrapassa o valor de 4,5, variando normalmente entre 1,5 e 3,5, onde valores baixos são o resultado da maior dominância de alguns grupos taxonômicos em detrimento da maioria (BEGON *et al.* 1996). Os resultados do presente estudo demonstram a ocorrência de poucas espécies de moscas-das-frutas dominantes, com populações de muitos indivíduos, nos oito municípios estudados. (Tabela1).

Os resultados assemelham-se aos obtidos por Canal *et al.* (1998), que também obtiveram baixos índices de diversidade para as populações de moscas-das- frutas no norte de Minas Gerais (1,19 a 2,26). A quantidade de espécies de moscas-das-frutas capturadas por esses autores não variou muito entre municípios, mas a frequência das espécies dominantes sempre foi bem mais alta, inversamente às espécies não dominantes, representadas apenas por alguns exemplares.

No geral, os baixos valores dos índices encontrado em todas as localidades são decorrentes da baixa diversidade de plantas hospedeiras de moscas-das-frutas, comparados com pomares diversificados ou florestas, o que favorece a uma baixa diversidade de espécies de moscas-das-frutas e ao aumento do número de indivíduos das espécies mais comuns, que foi o caso de *A. fraterculus* predominar em todos os pomares estudados (AGUIAR-MENEZES 2008; FERRAZ *et al.*, 2009).

Quanto à composição de espécies de moscas-das-frutas, as populações de Bananeiras, Borborema, Areia e Serraria (Grupo 1) foram mais semelhantes entre si, formando um grupo distinto das populações de moscas-das-frutas de Alagoa Grande, Alagoa Nova, Matinhas e Pilões (Grupo 2), que formaram um outro grupo (Figura 1). No grupo 1 ocorreu um quociente de similaridade de 66% entre as espécies, onde foi observado que todas as espécies capturadas em Borborema (*A. fraterculus*, *A. obliqua*, *A. sororcula*, *A. antunesi* e *A. distincta*) estavam presentes em Bananeiras, Areia e Serraria. No entanto a maior similaridade verificada no grupo 1 foi entre Areia e Bananeiras com 88% das espécies semelhantes.

As diferenças na composição de espécies podem estar relacionadas, pelo menos em parte, à variação da composição de plantas hospedeiras de moscas-das-frutas nos municípios. No grupo 2, ocorreu um quociente de similaridade de 60% entre as espécies, onde, quase todas as espécies contidas em Alagoa Grande (*A. fraterculus*, *A. obliqua*, *A. sororcula*, *A. distincta* e *C. capitata*) estavam presentes nas demais localidades. O maior quociente de similaridade observado no grupo 2, foi entre Matinhas e Pilões, com 100% de igualdade entre as espécies dessas áreas (Figura 1).

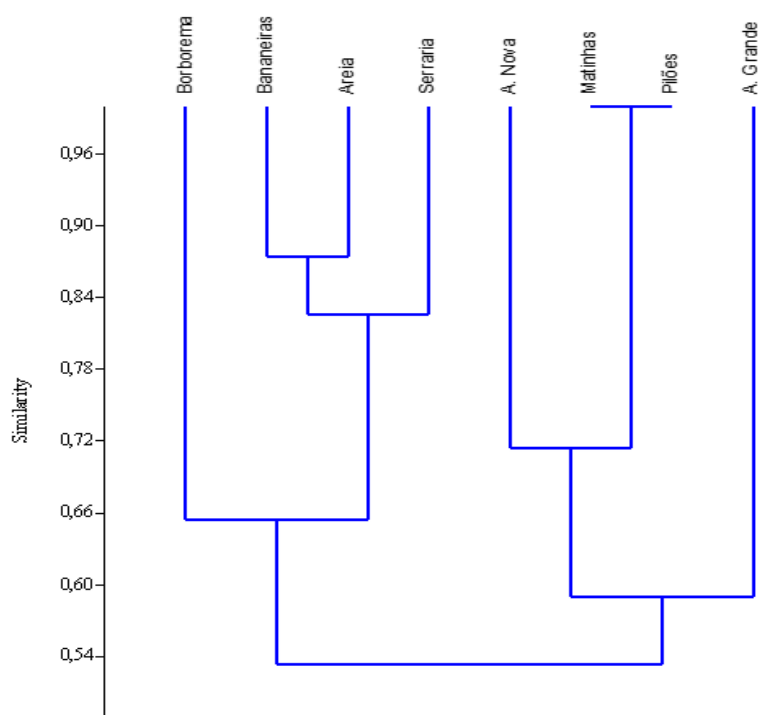


Figura 1. Análise de agrupamento entre os oito municípios do Brejo paraibanos, quanto à composição de espécies de moscas-das-frutas, baseado no quociente de similaridade calculado pelo método de Jaccard (junho/2015 – julho/2016).

O que pode explicar tais agrupamentos é a vegetação existente nas proximidades das áreas de amostragem dos municípios estudados, conforme sugerido por Canal *et al.* (1998). Esses autores observaram que na área urbana dos municípios de Janaúba e Nova Porteirinha, MG, as populações de moscas-das-frutas foram 100% semelhantes, enquanto nos municípios de Jaíba e Mociminho, MG, localizadas próximo a mata nativa, a similaridade entre as populações foi de apenas 75%.

A similaridade obtida pelo método de Jaccard entre todos os municípios estudados foi de 54% o que indica alta semelhança entre esses pomares, com relação à composição de espécies. Aguiar-Menezes *et al.* (2008) também obtiveram quociente de similaridade acima de 50% entre pomares diversificados no Estado do Rio de Janeiro. De acordo com Aguiar-Menezes *et al.* (2008) e Sá *et al.* (2012), a composição de plantas hospedeiras próximas aos pomares amostrados pode influenciar na composição de espécies, nesse caso, a composição de plantas contidas nos pomares que foram analisados é praticamente a mesma, composta principalmente por plantas que fazem parte do cenário da região do Brejo paraibano.

CONCLUSÃO

Anastrepha fraterculus, *Anastrepha obliqua*, *Anastrepha sororcula* são as espécies que estão presente em todos os municípios do Brejo paraibano;

Anastrepha fraterculus, é a espécie mais frequente, dominante e constante;

A maioria das espécies capturadas no presente estudo ocorre em baixa frequência populacional;

Os baixos valores dos índices encontrado em todas as localidades são decorrentes da baixa diversidade de plantas hospedeiras de moscas-das-frutas;

Os municípios estudados aprestaram similaridade de 54%, o que indica alta semelhança entre as áreas.

AGRADECIMENTOS

O autor agradece a Prof. Dra. Clarice Diniz Alvarenga Corsato (Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba – MG), pela identificação das espécies do gênero *Anastrepha* e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo.

REFERÊNCIAS

- ALI, S.A.I.; MAHMOUD, M.E.E; MOHAMED, S.A. Monitoring of some Tephritidae of fruit trees and their level of infestation in Abugubeiha region, South Kordofan State, Sudan. **Canadian Journal of Plant Protection**, v.2, n.2, p.12-12, 2014.
- ALUJA, M.; MANGAN, R.L. Fruit fly (Diptera: Tephritidae) host status determination: critical conceptual, methodological, and regulatory considerations. **Annual Review of Entomology**, v.53, p.473-502, 2008.
- AGUIAR-MENEZES, E.L., S.A.S. SOUZA, M. LIMA-FILHO, H.C. BARROS, F.A.A. FERRARA & E.B. MENEZES. Análise faunística de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) nas regiões Norte e Noroeste do Estado do Rio de Janeiro. **Neotrop. Entomol.** 37: 8-14, 2008.
- AGRIANUAL. Anuário estatístico da agricultura brasileira. São Paulo: FNP, **Consultoria e Comércio**, 2016. 520p.
- ARAUJO, E.L., CUNHA, A.A., SILVA, R.K.B., NUNES, A.M.M., GUIMARES, J.A. Espécies de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) na região do Baixo Jaguaribe, estado do Ceará. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.76, n.4, p.577-581, 2009.
- ARAUJO, E.L., J.C. RIBEIRO, M.C.M. CHAGAS, V.S. DUTRA & J.G. SILVA. Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em um pomar de goiabeira, no semiárido brasileiro. **Rev. Bras. Frutic.** 35: 471-476, 2013.
- AZEVEDO, F.R., J.A. GUIMARÃES, A.A.F. SIMPLÍCIO & H.R. Santos. Análise faunística e flutuação populacional de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em pomares comerciais de goiaba na região do Cariri Cearense. **Arq. Inst. Biol.** 77: 33-41, 2010.
- AZEVEDO, F. R. et al. Efeito do ensacamento sobre a incidência de moscas-das-frutas e na qualidade das goiabas. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 83, p. 1-8, 2016.
- BEGON, M., J.L. HAPER & C.R. Townsend. Ecology: individuals, populations and communities. Oxford, **Blackwell Science**, 3 ed. 1068p, 1996.

BENELLI, G. Aggression in Tephritidae Flies: Where, When, Why? Future Directions for Research in Integrated Pest Management. **Insects**, n.6, p.38-53, 2015.

BOMFIM, D.A.; FERNANDES, M.A.U.; BRAGANÇA, M.A. L. Biodiversidade de moscas-das-frutas (Diptera, Tephritoidea) em matas nativas e pomares domésticos de dois municípios do estado do Tocantins, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 51, n. 2, p. 217-223, jun. 2007.

CANAL D.N.A.; ALVARENGA, C.D.; ZUCCHI, R.A. Análise faunística de espécies de moscas-das-frutas (Dip., Tephritidae) em Minas Gerais. Piracicaba, **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 55, n. 1, p. 15-24, jan./abr. 1998.

CANESIN, A.; UCHÔA-FERNANDES, M.A. Análise faunística e flutuação populacional de moscas das frutas (Diptera, Tephritidae) em um fragmento de floresta semidecídua em Dourados, Mato grosso do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.24, n.4, p.285-190, 2007.

DEUS, E. G.; ADAIME, R. Dez anos de pesquisas sobre moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) no estado do Amapá: avanços obtidos e desafios futuros. Amapá. **Biota Amazônia**, v. 3, n. 3, p. 157–168, 2013.

DUTRA, V.S., M.S. SANTOS, Z.A. SOUZA FILHO, E.L. ARAUJO & J.G. SILVA. Faunistic analysis of *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) on a guava orchard under organic management in the municipality of Una, Bahia, Brasil. **Neotrop. Entomol.** 38: 133-138, 2009.

FACHINELLO, J.C.; PASA, M.S.; SCHMITZ, J.D; BETEMPS, D.L. Situação e perspectivas da fruticultura de clima temperado no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Volume Especial, v.33, n.1, p.109-120, 2011.

FEITOSA, S.S., P.R.R. SILVA, L.E.M. PÁDUA, E.M.S. CARVALHO, J.K.S. PAZ & D.R. PAIVA. 2008. Flutuação populacional de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) associadas a variedades de manga no município de José de Freitas- Piauí. **Rev. Bras. Frutic.** 30: 112-117.

388 FERRARA, F.A.A., E.L. AGUIAR-MENEZES, K. URAMOTO, P. MARCO JUNIOR, S.A.S.
389 SOUZA & P.C.R. CASSINO. Análise faunística de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae)
390 da região noroeste do estado do Rio de Janeiro. **Neotrop. Entomol.** 34: 183-190, 2005.
391

392 FERRAZ, A.C.P., B.Q. GADELHA & V.M. AGUIAR-COELHO. Análise faunística de
393 Calliphoridae (Diptera) da Reserva Biológica do Tinguá, Nova Iguaçu, Rio de Janeiro. **Rev.**
394 **Bras. Entomol.** 53: 620-628, 2009.
395

396 GARCIA, F. R. M. Fruit flies: Current Trends in Fruit Flies Control on Perennial Crops and
397 Research Prospects. Transworld Research Network, Kerala. **Biological and ecological aspects**,
398 pp. 1-35 In R. R. Bandeira [ed.], 2009.
399

400 GODOY, M.J.S; PACHECO, W.S.P.; MALAVASI, A. Moscas-das-frutas quarentenárias para
401 o Brasil. In: SILVA, R. A.; LEMOS, W. P.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). Moscas-das-frutas na
402 Amazônia brasileira: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais. Macapá: **Embrapa Amapá**,
403 p.111-131, 2011.
404

405 HUSCH, P.E.; MILLÉO, J.; SEDORKO, D.; AYUB, R.A.; NUNES, D.S. Caracterização da
406 fauna de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) na região de Ponta Grossa, Paraná, Brasil.
407 **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 10, p. 1833-1839, out. 2012.
408

409 IBRAF - Instituto Brasileiro de Frutas. Disponível em:
410 <http://www.ibraf.org.br/estatisticas/est_frutas.asp>. Acesso em: 05 abr. 2016.
411

412 MARGALEF, R. Homage to Evelyn Hutchinson, or why is there an upper limit to diversity.
413 Trans. Conect. **Acad. Sci. Arts.** 14: 211-235, 1972.
414

415 MARSARO JÚNIOR, A.L.; NASCIMENTO, D.B.; RONCHI-TELES, B.; ADAIME, R.
416 Faunistic analysis of the species of Anastrepha Schiner (Diptera: Tephritidae) in three
417 municipalities of the state of Roraima, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v.72, n.4, p.813-
418 819, 2012.
419

NASCIMENTO, A. S. et al. Técnica do Inseto Estéril (TIE) nova tecnologia para o controle de moscas-das-frutas no Brasil: **Projeto Piloto Livramento de Nossa Senhora**. Bahia Agrícola, Salvador, v. 8, p. 53-57, 2008.

NORRBOM, A.L.; CASTILLO-MEZA, A.L.; GARCÍA-CHÁVEZ, J.H.; ALUJA, M.; RULL, J. A new species of *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) from *Euphorbia tehuacana* (Euphorbiaceae) in Mexico. **Zootaxa**, v.3780, n.3, p.567-576, 2014.

ORDANO, M.; GUILLÉN, L.; RULL, J.; LASA, R. ALUJA, M. Temporal dynamics of diversity in a tropical fruit fly (Tephritidae) ensemble and their implications on pest management and biodiversity conservation. **Biodiversity and Conservation**, v.22, p.1557–1575, 2013.

PINOTTI, M. M. Z.; SANTOS, J. C. P. From the ancient times of the agriculture to the biological control in plants: a little of the history. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 10, p. 1797-1803, 2013.

PINTO-COELHO, R.M. 2000. **Fundamentos em ecologia**. Porto Alegre, Artmed, 252p.

SÁ, R.F., M.A. CASTELLANI, A.E.L. RIBEIRO, R. PEREZ-MALUF, A.A. MOREIRA, N.S. NAGAMOTO & A.S. NASCIMENTO. Faunal analysis of the species *Anastrepha* in the fruit growing complex Gavido River, Bahia, Brazil. Bull. **Insectology** 65: 37-42, 2012.

SANTOS, M.S., K.I. NAVACK, E.L. ARAUJO & J.G. SILVA. Análise faunística e flutuação populacional de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em Belmonte, Bahia. **Rev. Caatinga** 24: 86-93, 2011.

SILVEIRA NETO, S. (1976). **Monitoramento e decisão no controle de pragas**. p. 71-86 In: CROCOMO, W. (org.). Manejo Integrado de pragas. UNESP-CETESB, SP. 358p.

SILVA, J.G., V.S. DUTRA, M.S. SANTOS, N.M.O. SILVA, D.B. VIDAL, R.A. NINK, J.A. GUIMARAES & E.L. ARAUJO. Diversity of *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) and associated braconid parasitoids from native and exotic hosts in Southeastern Bahia, Brazil. **Environ. Entomol.** 39: 1457-1465, 2010.

454
 455 SOUTHWOOD, T.R.E. 1995. Ecological methods: **with particular reference to the study of**
 456 **insect populations**. 2. ed. London, Chapman & Hall, 524p.
 457
 458 TAIRA, T.L., ABOT, A.R., NICÁCIO, J., UCHÔA, M.A., SÉRGIO ROBERTO
 459 RODRIGUES, S.R., GUIMARÃES, J.A. Fruit flies (Diptera, Tephritidae) and their parasitoids
 460 on cultivated and wild hosts in the Cerrado-Pantanal ecotone in Mato Grosso do Sul, Brazil.
 461 **Revista Brasileira de Entomologia**, v.57, n.3, p.:300–308, 2013.
 462
 463 URAMOTO, U.; ZUCCHI, R.A.; NORRBOM, A.L. Redescription of three species of
 464 Anastrepha (Diptera, Tephritidae) rediscovered in Brazil, with the establishment of a new
 465 synonym. **Zootaxa**, v.3911, n.3, p.411–423, 2015.
 466
 467 WHARTON, R.A.; YODER, M.J. 2015. Parasitoids of Fruit-Infesting Tephritidae.
 468 <http://paroffit.org>. Acesso em 09 mar. 2015. ZUCCHI, R.A. 2008. Fruit flies in Brazil -
 469 Anastrepha species their host
 470
 471 ZUCCHI, R.A. 2008. Fruit flies in Brazil - *Anastrepha* species their host plants and parasitoids.
 472 Available in: www.lea.esalq.usp.br/anastrepha/, updated on November 24, 2017. Accessed on
 473 24 nov 2017.
 474
 475 ZUCCHI, R. A. Mosca-do-mediterrâneo, *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). In:
 476 VILELA, E. F.; ZUCCHI, R. A.; CANTOR, F. (Ed.). Histórico e impacto das pragas
 477 introduzidas no Brasil. Ribeirão Preto: **Holos**, p.15-22, 2001.
 478
 479 ZUCCHI, R. A. Taxonomia. In: Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil:
 480 Conhecimento básico e aplicado. 1. edição. Ribeirão Preto: **Holos**, 327p, 2000.

ARTIGO II

ÍNDICE DE INFESTAÇÃO, PARASITISMO E DIVERSIDADE DE PLANTAS HOSPEDEIRAS DE MOSCAS-DAS-FRUTAS NO ESTADO DA PARAÍBA

ÍNDICE DE INFESTAÇÃO, PARASITISMO E DIVERSIDADE DE PLANTAS HOSPEDEIRAS DE MOSCAS-DAS-FRUTAS NO ESTADO DA PARAÍBA

INFESTATION, PARASITISM AND DIVERSITY INDEX OF HOST PLANTS OF FRUIT FLIES IN THE STATE OF PARAÍBA

RESUMO- As moscas-das-frutas (Tephritidae) são os insetos de maior importância econômica mundial na produção de frutas, uma vez que prejudicam sua qualidade e comercialização. Objetivou-se com essa pesquisa obter informações sobre os hospedeiros das moscas-das-frutas, seus parasitoides e suas relações (parasitoide/ mosca-das-frutas/ hospedeiro) no Brejo paraibano, visando a elaboração de futuros sistemas de manejo integrado destes tefritídeos. A pesquisa foi desenvolvida em duas propriedades rurais de cada município, georreferenciadas, identificadas segundo o critério de diversidade de espécies frutíferas. O levantamento populacional foi realizado de julho de 2015 a junho de 2016. A obtenção dos adultos das moscas-das-frutas foi realizado com auxílio de armadilhas plásticas, contendo 300 ml de solução aquosa de proteína hidrolisada a 5% (BioAnastrepha®) como atrativo alimentar. Para a coleta dos frutos, foram amostrados tanto das árvores como do solo, de acordo com a disponibilidade, preferencialmente frutos maduros ou em início de maturação. Os índices de infestação foram calculados por meio do nível de infestação, pupários por fruto, número de pupários por quilo de fruto, a viabilidade pupal, a taxa de emergência e o nível de parasitismo. As espécies botânicas identificadas como hospedeiro de moscas-das-frutas presentes nas armadilhas, foram pertencentes a seis famílias e oito espécies frutíferas, apresentando uma riqueza de 11 espécies. A partir das coletas de frutos, foram amostrados frutos pertencentes a seis famílias botânicas e oito espécies frutíferas, obtendo uma riqueza de seis espécies de moscas-das-frutas. Das seis espécies de moscas-das-frutas amostradas nas coletas de frutos, quatro espécies *A. fraterculus*, *A. obliqua*, *A. sororcula* e *C. capitata* são capazes de consumir espécies de plantas exóticas como nativa, enquanto que as espécies *A. zenildae* e *A. turpiniae* foram encontrada exclusivamente em plantas nativas. A diversidade de hospedeiros e a disponibilidade de frutos são fatores determinante para os tipos de associações existentes entre as espécies de tefritídeos. Fatores como: características do fruto hospedeiro, região, local e época de coleta dos frutos influenciam os índices de parasitismo natural em moscas-das-frutas.

Palavras-chave: Tefritídeos; Armadilhas; Nativas, Exóticas

ABSTRACT - As fruit flies (Tephritidae) are the insects of major economic importance worldwide in fruit production, since they impair their quality and commercialization. The objective of this research was to obtain information on the host of fruit flies, their parasitoids and their relationships (parasitoid / fruit fly / host) in Brejo Paraibano, aiming at the elaboration of future integrated management systems of these tephritids. The research was developed in two rural properties of each municipality, georeferenced, identified according to the criterion of diversity of fruit species. The population survey was carried out from July 2015 to June 2016. Adult fruit flies were obtained with the help of plastic traps containing 300 ml of 5% hydrolyzed protein aqueous solution (BioAnastrepha®) as an attractive to feed. In order to collect the fruits, they were sampled from both the trees and the soil, according to availability, preferably mature fruits or at the beginning of maturation. Infestation rates were calculated by means of infestation level, puparia per fruit, number of puparia per kg of fruit, pupal viability, emergency rate and parasitism level. The botanical species identified as hosts of fruit flies in the traps were from six families and eight fruit species, with a richness of 11 species. From the fruit collections, fruits belonging to six botanical families and eight fruit species were sampled, obtaining a wealth of six species of fruit flies. Of the six species of fruit flies sampled in fruit harvesting, four species *A. fraterculus*, *A. obliqua*, *A. sororcula* and *C. capitata* are able to consume exotic plant species as native, while the species *A. zenildae* and *A. turpiniae* were found exclusively in native plants. The diversity of hosts and the availability of fruits are determinant factors for the types of associations between the species of tefritídeos. Factors such as: characteristics of the host fruit, region, place and time of fruit collection influence the rates of natural parasitism in fruit flies.

Keywords: Tefritídeos; Traps; Native, Exotic

INTRODUÇÃO

No Brasil, as espécies de moscas-das-frutas de importância econômica pertencem a quatro gêneros: *Anastrepha* Schiner, *Rhagoletis* Loew, *Bactrocera* Macquart, *Ceratitis* Macleay e (GARCIA, 2009). O primeiro é o mais importante, sendo que das espécies já descritas para o mundo, 120 possuem registro para o País (ZUCCHI, 2017).

As moscas-das-frutas são consideradas umas das principais pragas de diversas frutíferas, os danos provocados por esses insetos, devem-se às lesões (puncturas) provocadas pela introdução do ovipositor (acúleo) na epiderme dos frutos e devido ao desenvolvimento das

larvas, as quais se alimentam da polpa, tornando-os inviáveis para o comércio, além dos danos indiretos em razão das restrições impostas pelos países importadores (NUNES *et al.*, 2012).

O conhecimento de plantas hospedeiras em uma região é importante, uma vez que o ataque e a capacidade adaptativa para migração, influencia diretamente a presença das moscas-das-frutas nos pomares (MOURA, 2012). Essa capacidade de exploração em diferentes regiões amplia a distribuição biogeográfica. O entendimento da relação inseto-planta é fundamental para a compreensão dos processos adaptativos das moscas-das-frutas e também auxilia os programas de controle (SELIVON, 2000).

Algumas frutíferas de importância econômica podem ser intensamente infestadas pelos tefritídeos e, nestas situações, são considerados pragas, mas outras frutíferas (cultivadas ou não) podem simplesmente servir de repositórios naturais para sustentação das populações na área. Dessa forma, é fundamental conhecer plantas hospedeiras de espécies de moscas-das-frutas e qual seu *status*, se é hospedeiro primário (serve como multiplicador) ou secundário (serve para manter as populações na área), para que se possa interferir na sucessão hospedeira, melhorando o sistema de manejo integrado das espécies praga (ZUCCHI *et al.* 2011).

O uso de armadilhas permite o levantamento de moscas-das-frutas de modo quantitativo e qualitativo, sendo importante na pesquisa científica, na confirmação da presença e ausência dos tefritídeos em determinadas regiões, no monitoramento do nível populacional e em programas para controle da praga (NASCIMENTO; CARVALHO; MALAVASI, 2000).

No entanto, é a partir da coleta de frutos, que se obtêm várias informações adicionais, por exemplo, o conhecimento dos hospedeiros e os inimigos naturais de forma mais precisa, além de possibilitar o cálculo do índice de infestação e do parasitismo, e o dano direto causado pelas moscas-das-frutas (CARVALHO, 2005; SILVA *et al.*, 2011).

De um modo geral, os índices de infestação por moscas-das-frutas são bastante variáveis, afetado por fatores como: a época do ano, a região da amostra e especialmente pela espécie e fenologia do fruto hospedeiro (PEREIRA *et al.*, 2010). No Brasil, os estudos com moscas-das-frutas seus hospedeiros e parasitoides foram intensificados nos últimos anos, baseados principalmente em amostragem de frutos, juntamente com o uso de armadilhas (SILVA *et al.*, 2011).

O conhecimento das relações tritróficas (parasitoide/ mosca-das-frutas/ hospedeiro) é importante, pois só assim pode-se saber que parasitoide está associado a qual mosca-das-frutas em quais hospedeiros, sendo ainda possível determinar quais as frutíferas que servem de repositório natural (multiplicadores) para os parasitoides. Neste sentido, o objetivo do presente estudo foi obter informações sobre os hospedeiros das moscas-das-frutas, seus

103 parasitoides e suas relações (parasitoide/ mosca-das-frutas/ hospedeiro) no Brejo paraibano,
104 visando a elaboração de futuros sistemas de manejo integrado destes tefritídeos.

106 MATERIAL E MÉTODOS

108 A área de estudo situa-se na Mesorregião do Agreste Paraibano e Microrregião do Brejo
109 Paraibano incluindo os municípios de: Alagoa Grande (S 07° 01' 53.6" W 035° 38' 12.1"),
110 Alagoa Nova (S 07° 04' 56.3" W 035° 48' 53.1"), Areia (S 06° 59' 22.7" W 035° 44' 00.2"),
111 Bananeiras (S 06° 43' 44.3" W 035° 39' 24.0"), Borborema (S 06° 47' 37.7" W 035° 35' 53.2"),
112 Matinhas (S 07° 06' 40.0" W 035° 49' 10.5"), Pilões (S 06° 56' 45.4" W 035° 39' 38.2") e
113 Serraria (S 06° 49' 03.8" W 035° 39' 19.4"). A pesquisa foi desenvolvida em duas propriedades
114 rurais de cada município, georreferenciadas, identificadas segundo o critério de diversidade de
115 espécies frutíferas. O levantamento populacional foi realizado de julho de 2015 a junho de 2016.

116 A obtenção dos adultos das moscas-das-frutas foi realizado com auxílio de armadilhas
117 plásticas (PET), em cada uma das áreas de amostragem foram instaladas duas armadilhas por
118 planta. As armadilhas foram colocadas na altura média da copa das árvores e continham 300
119 ml de solução aquosa de proteína hidrolisada a 5% (BioAnastrepha®) como atrativo alimentar.

120 Os frascos foram inspecionados quinzenalmente, ocasião em que os espécimes de mosca
121 capturados foram coletados e o atrativo alimentar substituído. Esses espécimes foram lavados
122 com água em uma peneira e assim acondicionados em recipientes de plástico com álcool
123 hidratado a 70%, sendo devidamente etiquetados, e posteriormente encaminhados até o
124 Laboratório de Zoologia de Invertebrados do Centro de Ciências Agrárias da Universidade
125 Federal da Paraíba – Areia/PB, local este onde os machos e as fêmeas dos gêneros *Anastrepha*
126 e *Ceratitis* foram triados e conservados em álcool hidratado a 70% para a posterior identificação
127 da espécie.

128 Os frutos potencialmente hospedeiros de moscas-das-frutas foram amostrados das
129 árvores e do solo, de acordo com a disponibilidade, preferencialmente frutos maduros ou em
130 início de maturação. Foram separados por espécie e local de coleta, pesados, contados e
131 acondicionados em bandejas plásticas com areia esterilizada. Posteriormente, os pupários foram
132 coletados e colocados em placas de Petri com areia esterilizada. Os espécimes de *Anastrepha*
133 spp. e *C. capitata* foram separados, contados e fixadas em álcool 70%.

134 Os exemplares de moscas-das-frutas foram separados por sexo e apenas as fêmeas foram
135 identificadas, através dos acúleos presentes no ovipositor, uma vez que os machos não
136 apresentam os caracteres diagnósticos para a identificação específica (URAMOTO, 2002),

utilizando-se chaves de identificação (ZUCCHI, 2000). As fêmeas coletadas do gênero *Anastrepha* foram identificadas pela Dra. Clarice Diniz Alvarenga Corsato – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG.

Os índices de infestação foram calculados por meio do: Nível de infestação, calculado através do número médio de pupários por fruto e do número de pupários por quilo de fruto (ARAUJO e ZUCCHI, 2003); Viabilidade pupal, expresso em porcentagem, calculado de acordo com a fórmula de Castro Portilla (2002); Taxa de emergência, calculada de acordo com Castro Portilla (2002); Nível de parasitismo, expresso em porcentagem, calculado de acordo com Castro Portilla (2002).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As espécies botânicas identificadas como hospedeiros de moscas-das-frutas, presentes nas armadilhas, pertencem a seis famílias de oito espécies vegetais, sendo elas: Myrtaceae (*Psidium guajava*), Anacardiaceae (*Mangifera indica*, *Spondias purpurea*), Rutaceae (*Citrus reticulata* e *Citrus sinensis*), Malpighiaceae (*Malpighia emarginata*), Oxalidaceae (*Averrhoa carambola*), Anonaceae (*Annona muricata*). Nestas espécies vegetais foram identificadas 10 do gênero *Anastrepha* com 1.867 indivíduos: *A. fraterculus* (864), *A. obliqua* (535), *A. distincta* (24), *A. dissimilis* (11), *A. pickelli* (1), *A. antunesi* (37), *A. sororcula* (382), *A. zenildae* (11), *A. hadropickeli* (1), *A. barbiellini* (1) e a espécie *C. capitata* (330) (Tabela 1).

De acordo com Zucchi (2008), apenas 59 (51%) das espécies de *Anastrepha* que ocorrem no Brasil têm seus hospedeiros conhecidos. Até o momento, foram relatados 257 espécies de plantas hospedeiras de *Anastrepha*, sendo as famílias de plantas mais infestadas: Myrtaceae, Anacardiaceae e Rutaceae. Para *C. capitata* no Brasil, foram relatadas 89 espécies hospedeiras.

O maior número de fêmeas, foi obtido no hospedeiro da família Myrtaceae com um total de 742 indivíduos. A goiabeira foi o hospedeiro que apresentou a maior população das espécies de moscas-das-frutas, com destaque para as espécies: *A. fraterculus*, *A. obliqua* e *A. sororcula* com 419, 120 e 117 indivíduos respectivamente.

A família Myrtaceae apresenta vários hospedeiros de moscas-das-frutas sendo uma das mais importantes para colonização e desenvolvimento de moscas do gênero *Anastrepha* no país (NORA *et al.*, 2000). Das espécies de *Anastrepha* conhecidas no Brasil, *A. fraterculus* e *A. obliqua* são as mais polífagas, com 110 e 48 hospedeiros associados, respectivamente, e estão amplamente distribuídas (ZUCCHI, 2008).

171 *A. sororcula* também se destacou com um grande número de indivíduos obtidos,
172 infestando preferencialmente frutos de goiaba. A preferência de *A. sororcula* por goiaba
173 também foi observada por Uchôa-Fernandes *et al.* (2002) e Leal *et al.* (2009) nos estados do
174 Mato Grosso e Rio de Janeiro, respectivamente.

175 As espécies de *Anastrepha* variam muito em relação à sua especificidade de
176 hospedeiros, algumas têm sido classificadas como monófagas (infestam uma única espécie
177 hospedeira), oligófagas (infestam vários gêneros dentro da mesma família) e polífagas (atacam
178 uma grande variedade de diferentes famílias). No geral, as espécies de *Anastrepha* consideradas
179 pragas são polífagas ou oligófagas (ZUCCHI, 1988).

180 A Anacardiaceae, foi a família que apresentou a segunda maior associação de moscas-
181 das-frutas, com 609 indivíduos coletados em armadilhas, onde a *Mangifera indica* (manga) e
182 *Spondias purpurea* (seriguela) foram as espécies hospedeiras dessa família que apresentaram o
183 maior número de tefritídeos no Brejo paraibano. Isto pode estar relacionado com o fato de que
184 esses gêneros apresentam ampla distribuição nessa região, pois compõem a vegetação nativa,
185 fato que pode justificar a ocorrência dessas espécies de tefritídeos (SILVA *et al.*, 2008). A
186 preferência dos tefritídeos do gênero *Anastrepha* pela família Anacardiaceae é citada em outros
187 trabalhos (ARAÚJO, 2002; MENDES, 2001).

188 A *C. capitata*, também apresentou forte interação com diversas plantas hospedeiras,
189 estando presente em cinco famílias diferentes, Myrtaceae, Anacardiaceae, Rutaceae,
190 Malpighiaceae e Anonaceae, com 330 indivíduos amostrados. Segundo Araújo *et al.* (2013),
191 elevadas populações de *C. capitata* no nordeste possivelmente ocorrem devido a um conjunto
192 de fatores, como, por exemplo, as condições climáticas favoráveis à espécie. Além disso, essa
193 espécie é comumente associada a frutíferas introduzidas principalmente em pomares
194 domésticos de áreas urbanas (UCHOA-FERNANDES *et al.*, 2002; ALVARENGA *et al.*,
195 2010).

196 A espécie *C. capitata* é considerada a mais agressiva entre todos os tefritídeos, pois é a
197 que causa mais prejuízos à fruticultura em escala mundial e está presente em todas as regiões
198 biogeográficas do mundo, utilizando diversas frutíferas como hospedeiros (ZUCCHI, 2001;
199 SILVA *et al.*, 2011).

200 Em pomares domésticos é muito comum a presença de uma grande variedade de árvores
201 frutíferas. A distribuição geográfica das espécies de moscas-das-frutas está intimamente
202 relacionada à distribuição dos hospedeiros que ela é capaz de utilizar como alimento. Este é o
203 caso das espécies: *A. antunesi* (37), *A. distincta* (24), *A. dissimilis* (11) e *A. zenildae* (11), que
204 embora encontradas em menores quantidades, estiveram presentes em diversas famílias,

apresentaram uma maior preferência por plantas das famílias Myrtaceae e Anacardiaceae, como verificado nesse levantamento (Tabela 1).

Zucchi *et al.* (2011) relataram que Myrtaceae e Anacardiaceae são a famílias botânica que apresentam grande número de espécies infestadas por moscas-das-frutas do gênero *Anastrepha*. O fato de muitas frutíferas das famílias Anacardiaceae e Myrtaceae serem nativas do Brasil e as espécies de *Anastrepha* serem endêmicas das Américas, certamente pode influir para estas associações.

Para *A. pickelli* (1), *A. hadropickeli* (1) e *A. barbiellini* (1) o baixo número de indivíduos coletados permite ressaltar que os pomares domésticos têm um papel pouco significativo na dinâmica da população destas espécies de *Anastrepha*, no Brejo paraibano. Sendo coletadas exclusivamente nas armadilhas, porém apresentaram fraca interação e provavelmente, os seus hospedeiros de fato estão em áreas próximas aos pontos de instalação das armadilhas, não pode ser inferidas com maior precisão.

A ocorrência da maior porcentagem da espécie do gênero *Anastrepha*, neste experimento, pode ser atribuída à diversidade de espécies existentes nessas áreas amostradas, muitas das quais consideradas como hospedeiros primários de moscas-das-frutas. Nas armadilhas, foram capturadas grande diversidade de moscas-das-frutas, inclusive as localizadas nos entornos de pomares, que atuam como sítios potenciais de infestação. Entretanto, são escassos os trabalhos que abordam a influência da vegetação vizinha ao pomar na dinâmica de moscas-das-frutas (QUERINO *et al.* 2014). De acordo com Aluja *et al.* (1987) não podemos afirmar que as moscas capturadas nas armadilhas, estão associadas aqueles hospedeiros onde as armadilhas foram instaladas.

A diversidade de hospedeiros e a disponibilidade de frutos são fatores determinante para os tipos de associações existentes em um ecossistema. Na ausência de planta hospedeira preferencial, as espécies polípagas podem exibir preferências para outros hospedeiros disponíveis, e a utilização dessas plantas pode variar de acordo com a abundância relativa do hospedeiro alternativo (BOMFIM; GISLOTI; UCHÔA, 2014).

Tabela 1. Número de moscas-das-frutas obtidas em armadilhas caça-moscas coletados em diferentes hospedeiros, no período de julho de 2015 a junho de 2016, no Brejo paraibano – PB.

Espécie	Família	Nome Científico	Nome Comum	Nº Fêmeas	Procedência
<i>A. fraterculus</i>	Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	Goiaba	419	N
	Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i>	Manga	213	E
		<i>Spondias purpurea</i>	Seriguela	40	E

	Oxalidaceae	<i>Averrhoa carambola</i>	Carambola	5	E
	Rutaceae	<i>Citrus sinensis</i>	Laranja	38	E
	Malpighiaceae	<i>Malpighia emarginata</i>	Acerola	149	E
Total				864	
<i>A. obliqua</i>	Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	Goiaba	120	N
	Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i>	Manga	284	E
		<i>Spondias purpurea</i>	Seriguella	37	E
	Anonácea	<i>Annona muricata</i>	Graviola	6	E
	Rutaceae	<i>Citrus sinensis</i>	Laranja	22	E
	Malpighiaceae	<i>Malpighia emarginata</i>	Acerola	65	E
	Oxalidaceae	<i>Averrhoa carambola</i>	Carambola	1	E
Total				535	
<i>A. distincta</i>	Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	Goiaba	11	N
	Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i>	Manga	1	E
		<i>Spondias purpurea</i>	Seriguella	5	E
	Malpighiaceae	<i>Malpighia emarginata</i>	Acerola	7	E
Total				24	
<i>A. dissimilis</i>	Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	Goiaba	4	N
	Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i>	Manga	4	E
	Rutaceae	<i>Citrus sinensis</i>	Laranja	1	E
	Malpighiaceae	<i>Malpighia emarginata</i>	Acerola	2	E
Total				11	
<i>A. pickelli</i>	Anonacea	<i>Annona muricata</i>	Graviola	1	N
Total				1	
<i>A. antunesi</i>	Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	Goiaba	12	N
	Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i>	Manga	14	E
	Malpighiaceae	<i>Malpighia emarginata</i>	Acerola	7	E
	Anacardiaceae	<i>Spondias purpurea</i>	Seriguella	4	E
Total				37	
<i>A. sororcula</i>	Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	Goiaba	117	N
	Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i>	Manga	68	E
		<i>Spondias purpurea</i>	Seriguella	61	E
	Rutaceae	<i>Citrus sinensis</i>	Laranja	30	E
	Malpighiaceae	<i>Malpighia emarginata</i>	Acerola	106	E
Total				382	
<i>A. zenildae</i>	Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	Goiaba	3	N
	Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i>	Manga	2	E
	Malpighiaceae	<i>Malpighia emarginata</i>	Acerola	4	E
	Rutaceae	<i>Citrus sinensis</i>	Laranja	2	E
Total				11	
<i>A. hadropickeli</i>	Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	Goiaba	1	N
Total				1	
<i>A. barbiellini</i>	Malpighiaceae	<i>Malpighia emarginata</i>	Acerola	1	E
Total				1	
<i>C. Capitata</i>	Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	Goiaba	55	N

Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i>	Manga	22	E
	<i>Spondias purpurea</i>	Seriguela	81	E
Anonacea	<i>Annona muricata</i>	Graviola	5	E
Rutaceae	<i>Citrus sinensis</i>	Laranja	42	E
Malpighiaceae	<i>Malpighia emarginata</i>	Acerola	125	E
Total			330	

* E (Exótico); N (Nativo)

No levantamento realizado a partir das coletas de frutos, foram amostrados frutos pertencentes a seis famílias botânicas: Myrtaceae, Anacardiaceae, Rutaceae, Malpighiaceae, Oxalidaceae e Anonacea, distribuídos em oito espécies de plantas hospedeiras. Dos quais foram identificadas 5 espécies do gênero *Anastrepha* com 312 indivíduos: *A. fraterculus* (92), *A. obliqua* (115), *A. sororcula* (102), *A. zenildae* (2), *A. turpiniae* (1) e a espécie *C. capitata* (70) (Tabela 2).

A. obliqua foi a espécie mais abundante, representando 30,10% das fêmeas coletadas, seguida de *A. sororcula* (26,70%), *A. fraterculus* (24,08%) e *C. capitata* (18,32%). Espécies como *A. zenildae* e *A. turpiniae* apresentaram abundância inferior a 1% (Tabela 2).

A *A. obliqua*, também foi a espécie que apresentou maior associação, tanto entre as famílias botânicas, bem como as espécies hospedeiras. Esta espécie, tem hábito alimentar polífago, infestando diversas espécies de plantas, pertencentes a famílias (Myrtaceae, Anacardiaceae, Combretaceae, Malpighiaceae, Oxalidaceae, Rutaceae e Rubiaceae) (ZUCCHI, 2007). É a única espécie de mosca que ocorre em todos os estados brasileiros (ZUCCHI, 2007) e sua importância econômica tem crescido muito, em todo o hemisfério Sul, em consequência do aumento do cultivo de frutíferas tropicais (MALAVASI *et al.*, 2000). A espécie também foi considerada como a mosca-das-frutas de maior ocorrência na cultura da mangueira por Ferreira *et al.* (2003) em três municípios do Estado de Goiás e por Oliveira *et al.* (2009) no litoral do Estado do Ceará.

A família Myrtaceae representada pela *Psidium guajava* (goiaba) foi o hospedeiro que apresentou o maior número de tefritídeos, com 63,87% de indivíduos amostrados. De acordo (SILVA *et al.*, 2010) e (RAGA *et al.*, 2011), frutíferas da família Myrtaceae também foram infestadas pelo maior número de moscas-das-frutas, o que demonstra a plasticidade desta família botânica como hospedeira de tefritídeos frugívoros.

A espécies do gênero *Anastrepha* que também infestou grande número de hospedeiros neste trabalho, foi a *A. sororcula* associada a sete espécies vegetais (Tabela 2). Entretanto, esses resultados diferem dos resultados obtidos em maior parte das regiões brasileiras, onde, segundo

Zucchi (2008), *A. fraterculus* é a espécie de moscas-das-frutas que apresenta o maior número de associações com plantas hospedeiras, com registro de 178.

De acordo com Selivon (2000), a maior ou menor ocorrência de uma espécie varia de região para região, sendo influenciada pelas condições climáticas e principalmente pelos hospedeiros existentes naquela região. A preferência de *A. sororcula* por goiaba também foi observada por Uchôa-Fernandes *et al.* (2002) e Leal *et al.* (2009) nos estados do Mato Grosso e Rio de Janeiro, respectivamente.

C. capitata foi encontrada infestando seis espécies de frutos hospedeiros, apresentando grande adaptação dessa espécie a diversas plantas hospedeiras. Segundo Carvalho (2004) e Araujo *et al.* (2005), pouco tempo após sua introdução, *C. capitata* foi detectada em altas densidades associadas a diferentes espécies de frutos, principalmente os exóticos, como acerola (*Malpighia emarginata*) e carambola (*Averrhoa carambola*), nas regiões de Juazeiro/Petrolina e Mossoró/Assu, respectivamente, demonstrando o grande potencial de adaptação e colonização da mosca-do-mediterrâneo.

A. zenildae, apesar de ter sido constatada em menor número, é uma espécie de grande importância econômica, sendo considerada restrita em algumas regiões do país, possuindo o status de praga de goiaba (*Psidium guajava*), conforme constatado por Canal *et al.* (1998a), Araújo e Zucchi (2003), Araújo *et al.* (2008) e Alvarenga *et al.* (2009).

São, a partir da coleta de frutos, onde se obtêm várias informações adicionais, por exemplo, o conhecimento dos hospedeiros e os inimigos naturais de forma mais precisa, além de possibilitar o cálculo do índice de infestação e do parasitismo, e o dano direto causado pelas moscas-das-frutas (NASCIMENTO; CARVALHO; MALAVASI, 2000; CARVALHO, 2005; SILVA *et al.*, 2011).

Tabela 2. Número de moscas-das-frutas obtidas em frutos coletados em diferentes hospedeiros, no período de julho de 2015 a junho de 2016, no Brejo paraibano – PB.

Espécie	Família	Nome Científico	Nome Comum	Nº Fêmeas	Procedência
<i>A. fraterculus</i>	Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	Goiaba	82	N
	Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i>	Manga	1	E
		<i>Spondias purpurea</i>	Seriguela	4	E
	Oxalidaceae	<i>Averrhoa carambola</i>	Carambola	3	E
	Malpighiaceae	<i>Malpighia emarginata</i>	Acerola	2	E
Total				92	
<i>A. obliqua</i>	Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	Goiaba	41	N
	Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i>	Manga	12	E

		<i>Spondias purpurea</i>	Seriguela	12	E
	Oxalidaceae	<i>Averrhoa carambola</i>	Carambola	21	E
	Rutaceae	<i>Citrus sinensis</i>	Laranja	2	E
	Malpighiaceae	<i>Malpighia emarginata</i>	Acerola	2	E
	Anacardiaceae	<i>Spondias mombim</i>	Cajá	23	N
	Rutaceae	<i>Citrus reticulata</i>	Tangerina	2	E
Total				115	
<i>A. sororcula</i>	Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	Goiaba	84	N
	Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i>	Manga	1	E
	Oxalidaceae	<i>Averrhoa carambola</i>	Carambola	1	E
	Rutaceae	<i>Citrus sinensis</i>	Laranja	2	E
	Malpighiaceae	<i>Malpighia emarginata</i>	Acerola	3	E
	Anacardiaceae	<i>Spondias mombim</i>	Cajá	9	N
	Rutaceae	<i>Citrus reticulata</i>	Tangerina	2	E
Total				102	
<i>A. turpiniae</i>	Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	Goiaba	1	N
Total				1	
<i>A. zenildae</i>	Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	Goiaba	2	N
Total				2	
<i>C. Capitata</i>	Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	Goiaba	34	N
	Oxalidaceae	<i>Averrhoa carambola</i>	Carambola	17	E
		<i>Spondias purpurea</i>	Seriguela	4	E
	Anacardiaceae	<i>Spondias mombim</i>	Cajá	9	N
	Malpighiaceae	<i>Malpighia emarginata</i>	Acerola	6	E
Total				70	

* E (Exótico); N (Nativo)

Durante o período de coleta (12 meses), dos frutos infestados, foram obtido um total de 1.565 pupários de moscas-das-frutas, onde emergiram 714 tefritídeos, apresentando uma viabilidade pupal média de 45,62%. Emergiram 521 exemplares de *Anastrepha* spp. (312 fêmeas e 259 machos) e 113 de *C. capitata* (70 fêmeas e 43 machos) (Tabela 3).

Nas coletas foi possível observar que nos pomares domésticos a quantidade de plantas de goiaba, foi superior que as demais plantas, o que repercutiu também na quantidade de frutos coletados (391). Essa frutífera é comum nesta região, com muitas áreas de cultivo comercial e em pomares domésticos. Dessa forma, a goiaba torna-se um hospedeiro preferencial e comum. Entre tanto a tangerina e a laranja foram a espécie com menos quantidade de frutos coletados (15 e 16 respectivamente). A época de coleta dos frutos variou com a disponibilidade de frutos no campo.

Com relação ao índices de infestação, foi observado que a goiaba também foi a espécie que apresentou maior número de pupários (901), consequentemente o maior número de adultos

emergidos (475), e apresentou a maior viabilidade pupal de 70,72%, seguido do acerola e carambola com 64,41 e 63,97% respectivamente. A maior e a menor taxa de emergência de adultos dos pupários foram obtidas em frutos de goiaba (52,72%) e laranja (18,18%), respectivamente (Tabela 3).

Em levantamentos realizados, em diferentes regiões do Brasil, diversos trabalhos mencionam resultados de pesquisa sobre altos índices de infestação de moscas-das-frutas em pomares de goiaba em regiões do nordeste com predominância do gênero *Anastrepha* (SOUZA-FILHO *et al.*, 2007; BITTENCOURT *et al.*, 2011).

As maiores infestações de pupários/kg foram obtidas em cajá e seriguela com índice de infestação de 71,71% e 39,92% respectivamente. Corroborando com Zucchi (2008), que constatou que dentre as anacardiáceas amostradas, as frutíferas mais infestadas são *Spondias mombim* e *Spondias purpurea*, as espécies do gênero *Spondias* são hospedeiros comuns de moscas-das-frutas em várias partes do território brasileiro.

Foram encontrados índices de infestação de 2,30 pupários/fruto e 1,47 pupários/kg, para goiaba e manga, respectivamente, valores equiparados, quando comparados com os obtidos por Lopes *et al.* (2007) no município de Matinhas, PB. Os autores relatam índices de infestação de 2,92 e 1,40 de pupários/fruto, em frutos coletados diretamente da planta hospedeira e do solo, respectivamente. Já Santos *et al.* (2005) encontraram índices de infestação inferiores no município de Cruz das Almas, BA (0,68 pupários/kg e 0,01 pupários/fruto). De acordo com Araújo (2002), os níveis de infestação de moscas-das-frutas são variáveis, em função da região.

As demais frutíferas que apresentaram baixos índices de infestação podem ser consideradas como hospedeiras secundárias de moscas-das-frutas na região estudada. No entanto, vale ressaltar que de acordo com Araujo *et al.* (2005), além dos índices de infestação, outros aspectos como a origem (nativa ou exótica), distribuição geográfica, devem ser considerados na definição de uma frutífera como hospedeira primária ou secundária de moscas-das-frutas em determinada região.

Além das moscas-das-frutas, dos pupários também emergiram uma espécie de parasitoide (Hymenoptera) pertencente à família Braconidae, *Doryctobracon areolatus* (Szépligeti). Foi observado que ocorreu índice de parasitismo apenas em quatro das oito espécies de hospedeiros, sendo em: *Psidium guajava* (goiaba), *Spondias purpurea* (seriguela), *Spondias mombim* (cajá) e *Averrhoa carambola* (carambola), (tabela3).

O maior índice de parasitismo encontrado de (74,31%) deste braconídeo, foi observado em frutos de *A. carambola* (Tabela 3), o que demonstra que esta frutífera é um importante repositório de parasitoides de moscas-das-frutas nesta região. De acordo com Santos *et al.*

(2008) e Silva *et al.* (2011) frutos de carambola são importantes repositórios de braconídeos parasitoides de moscas-das-frutas (*Anastrepha*) na Bahia, nos quais foram constatados elevados índices de parasitismo, principalmente por parte do parasitoide *D. areolatus*.

De acordo com Bittencourt *et al.* (2011), inúmeros fatores podem influenciar os índices de parasitismo natural nos frutos, como, por exemplo, as características do fruto hospedeiro, as espécies de moscas-das-frutas habitantes de uma região, local e época de coleta dos frutos, entre outros fatores. Isso é comprovado nos estudos e dados desde presente trabalho, onde se observa que as espécies de moscas-das-frutas e seus parasitoides tem preferencias por determinados frutos, nos quais apresentam características que viabilizam melhor o seu desenvolvimento.

Tabela 3. Índices de infestação de moscas-das-frutas nos municípios de Bananeiras e Borborema – PB, no período de Agosto/2015 a Julho/2016.

Nome comum	Nº Frutos	Nº Pupários	Nº Adultos	Níveis de infestação				Nível de parasitismo
				Viabilidade Pupal (%)	Pupários (Kg)	Pupário/fruto	Taxa de emergência (%)	
Goiaba	391	901	475	70,72	35,8	2,30	52,72	21,79
Manga	17	25	10	40	6,06	1,47	40,00	-
Seriguela	160	136	39	41,68	39,92	0,85	28,68	46,33
Acerola	104	59	38	64,41	24,75	0,57	64,41	-
Tangerina	16	11	2	18,18	4,95	0,69	18,18	-
Laranja	15	12	4	33,33	4,94	0,8	33,33	-
Carambola	129	183	64	63,97	32,64	1,41	34,97	74,31
Cajá	222	238	82	44,45	71,71	1,07	34,45	22,2
Total	1054	1565	714					

Das seis espécies de moscas-das-frutas amostradas nas coletas de frutos, em todas as localidades, quatro espécies *A. fraterculus*, *A. obliqua*, *A. sororcula* e *C. capitata* são capazes de consumir espécies de plantas exóticas como nativa, enquanto que as espécies *A. zenildae* e *A. turpiniae* foram encontrada exclusivamente em plantas nativas (figura 1). De modo geral, as espécies de moscas-das-frutas encontradas sobre plantas exóticas são majoritariamente generalistas, consumindo em média aproximadamente os dois gêneros (*Anastrepha* e *Ceratitis*). Em contraste, as espécies de moscas-das-frutas encontradas exclusivamente sobre plantas nativas são mais especializadas, com aproximadamente 74% delas consumindo apenas um tipo de planta (BRÄNDLE *et al.*, 2008). As moscas-das-frutas apresentam alta especificidade sobre determinadas plantas hospedeiras. Essa especificidade é encontrada principalmente sobre plantas nativas, sendo padrão comum nesse grupo. A explicação para relações específicas entre

moscas-das-frutas e plantas hospedeiras é que esses insetos usam plantas não apenas como recurso alimentar, mas também dependem delas para atividades como a cópula (AXMACHER *et al.*, 2009; BASSET *et al.*, 2012).

O esperado é que espécies de moscas-das-frutas capazes de consumir um recurso pouco comum (plantas exóticas) seja menor do que o número de espécies que se alimentam sobre plantas com as quais eles são familiarizados (plantas nativas) (DINNAGE *et al.*, 2012; PELLISSIER *et al.*, 2013). Entretanto não foi encontrado grandes diferenças entre as riquezas de espécies de moscas-das-frutas sobre plantas nativas e exóticas. A causa de plantas exóticas não terem uma fauna de moscas-das-frutas menos rica do que plantas nativas pode estar no tempo de convivência desses insetos nativos e as plantas exóticas, ou seja, ao longo do tempo, mais espécies de moscas-da-frutas se tornam capazes de consumir plantas exóticas, fazendo com que a maior riqueza desses insetos sobre plantas nativas do que em exóticas seja um padrão temporário (BRÄNDLE *et al.*, 2008).

Desse modo, determinadas plantas amostradas neste estudo, são consideradas plantas naturalizadas, como o caso da *M. indica* (manga), que embora seja uma planta exótica, apresentam um certo tempo de cultivo nos locais onde foram amostradas, fazendo com que muitas das espécies de moscas-das-frutas encontradas, sejam capazes de consumir igualmente espécies de plantas exóticas e nativas.

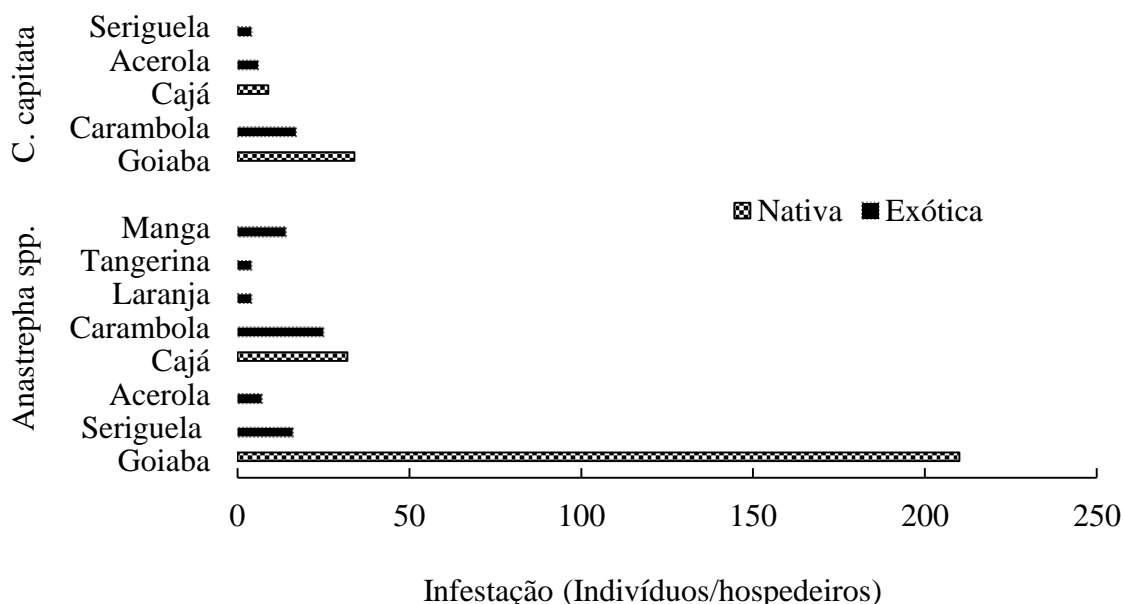


Figura 1: Índice de infestação de *Anastrepha spp.* e *C. capitata* no período de julho de 2015 junho de 2016, no Brejo paraibano – PB.

CONCLUSÃO

A *Psidium guajava*, foi a espécie hospedeira que apresentou a maior interação com diversas de moscas-das-frutas através das coletas com auxílio de armadilhas;

A. obliqua foi a espécie mais abundante entre as fêmeas coletadas através de frutos, bem como, foi a espécie que apresentou maior associação, tanto entre as famílias botânicas, bem como as espécies hospedeiras;

A diversidade de hospedeiros e a disponibilidade de frutos são fatores determinante para os tipos de associações existentes entre as espécies de tefritídeos ;

Fatores como: características do fruto hospedeiro, região, local e época de coleta dos frutos influenciam os índices de parasitismo natural em moscas-das-frutas;

AGRADECIMENTOS

O autor agradece a Prof. Dra. Clarice Diniz Alvarenga Corsato (Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba – MG), pela identificação das espécies do gênero *Anastrepha* e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo.

REFERÊNCIAS

ALUJA, M.; CABRERA, M.; RIOS, E.; GUILLÉN, J.; CELEDONIOHURTADO, H.; HENDRICH, J.; LIEDO, P. A. Survey of the economically important fruit flies (Diptera: Tephritidae) present in Chiapas and a few other fruit growing regions in Mexico. **Florida Entomologist**, v. 70, p. 320-329, 1987.

ALVARENGA, C. D. et al. Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) e seus parasitóides em plantas hospedeiras de três municípios do norte do Estado de Minas Gerais. **Arquivos do Instituto Biológico**, Campinas, v. 76, n. 2, p. 195-204, 2009.

ALVARENGA, C. D.; ALVES, D. A.; SILVA, M. A.; LOPES, E. N.; LOPES, G. N. Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em pomares da área urbana no norte de Minas Gerais. **Revista Caatinga**, v. 23, n. 2, p. 25-31, 2010.

419 ARAUJO, E. L. et al. Levantamento e flutuação populacional de moscas-das-frutas (Diptera:
 420 Tephritidae) em goiaba *Psidium guajava* L., no município de Russas (CE). **Revista Caatinga**,
 421 Mossoró, v. 21, n. 1, p. 138-146, 2008.

422

423 ARAUJO, E. L. et al. Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) no semi-árido do Rio Grande
 424 do Norte: plantas hospedeiras e índices de infestação. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.
 425 34, n. 6, p. 889-894, 2005.

426

427 ARAÚJO, E. L.; RIBEIRO, J. C.; CHAGAS, M. C. M.; DUTRA, V. S.; SILVA, J. G. Moscas-
 428 das-frutas (Diptera: Tephritidae) em um pomar de goiabeira, no semiárido brasileiro. **Revista**
 429 **Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 2, p. 471-476, 2013.

430

431 ARAUJO, E. L.; ZUCCHI, R. A. Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em goiaba (*Psidium*
 432 *guajava* L.), em Mossoró, RN. Arquivos do **Instituto Biológico**, Campinas, v. 70, n. 1, p. 73-
 433 77, 2003.

434

435 ARAUJO, E.L. **Dípteros frugívoros (Tephritidae e Lonchaeidae) na região de**
 436 **Mossoró/Assu, Estado do Rio Grande do Norte**. 2002. 112p. Tese (Doutorado em
 437 Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo,
 438 Piracicaba, 2002.

439

440 AXMACHER JC, BREHM G, HEMP A, TÜNTE H, LYARUU HVM, MÜLLER-
 441 HOHENSTEIN K & FIEDLER K. Determinants of diversity in afrotropical herbivorous insects
 442 (Lepidoptera: Geometridae): plant diversity, vegetation structure or abiotic factors? **Journal of**
 443 **Biogeography** 36:337–349, 2009.

444

445 BASSET Y, CIZEK L, CUÉNOUD P, DIDHAM RK, GUILHAUMON F, MISSA O,
 446 NOVOTNY V, ØDEGAARD F, ROSLIN T, SCHMIDL J, TISHECHKIN AK,
 447 WINCHESTER NN, ROUBIK DW, ABERLENC H-P, BAIL J, BARRIOS H, BRIDLE JR,
 448 CASTAÑO-MENESES G, CORBARA B, CURLETTI G, DUARTE DA ROCHA W, DE
 449 BAKKER D, DELABIE JHC, DEJEAN A, FAGAN LL, FLOREN A, KITCHING RL,
 450 MEDIANERO E, MILLER SE, GAMA DE OLIVEIRA E, ORIVEL J, POLLET M, RAPP M,
 451 RIBEIRO SP, ROISIN Y, SCHMIDT JB, SØRENSEN L & LEPONCE M. Arthropod diversity
 452 in a tropical forest. **Science** 338:1481–1484, 2012.

BITTENCOURT, M. A. L.; SILVA, A. C. M.; SILVA, V. E. S.; BOMFIM, Z. V.;
GUIMARÃES J. A.; SOUZA FILHO, M. F.; ARAÚJO, E. L. Moscas-das-Frutas (Diptera:
Tephritidae) e seus Parasitoides (Hymenoptera: Braconidae) Associados às Plantas Hospedeiras
no Sul da Bahia. **Neotropical Entomology**, v. 40, n. 3, p. 405-406, 2011.

BRÄNDLE M, KÜHN I, KLOTZ S, BELLE C & BRANDL R. Species richness of herbivores
on exotic host plants increases with time since introduction of the host. **Diversity and
Distributions** 14:905–912, (2008)

CANAL, N. A.; ALVARENGA, C. D.; ZUCCHI, R. A. Níveis de infestação de goiaba por
Anastrepha zenildae Zucchi, 1979 (Dip., Tephritidae), em pomares comerciais do Norte de
Minas Gerais. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 27, n. 4, p. 657-661,
1998a.

CARVALHO, S. R. Metodologia para monitoramento populacional de moscas-das-frutas em
pomares comerciais. Cruz das Almas: **Embrapa Mandioca e Fruticultura**. (Circular Técnico
75) p. 17, 2005.

DINNAGE R, CADOTTE MW, HADDAD NM, CRUTSINGER GM, TILMAN D &
HOOPER D. Diversity of plant evolutionary lineages promotes arthropod diversity. (D Hooper,
Ed by.). **Ecology letters** 15:1308–1317, 2012.

FERREIRA, H. J.; VELOSO, V. R. S.; NAVES, R. V.; BRAGA FILHO, J. R. Infestação de
moscas-das-frutas em variedades de manga (*Mangifera indica* L.) no estado de Goiás. **Pesquisa
Agropecuária Tropical**, v. 33, n. 1, p. 43-48, 2003.

GARCIA, F. R. M. Fruit fly: biological and ecological aspects. In: Bandeira, R. R. (Ed.).
Current trends in fruit flies control on perennial crops and research prospects. Kerala:
Transworld Research Network, p. 1-35, 2009

LEAL, M. R.; SOUZA, S. A. S.; AGUIAR-MENEZES, E. L.; LIMA FILHO, M.; MENEZES,
E. B. Diversidade de moscas-das-frutas, suas plantas hospedeiras e seus parasitóides nas regiões
Norte e Noroeste do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Ciência Rural**, v. 39, n. 3, p. 627-63,
2009.

487

488 LOPES, E. B.; BATISTA, J. L.; ALBUQUERQUE, I. C.; BRITO, C. H. Moscas frugívoras
 489 (Tephritidae e Lonchaeidae) ocorrência em pomares comerciais de tangerina da Paraíba.
 490 **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v. 1, n. 2, p. 31-37, 2007.

491

492 MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A.; SUGAYAMA, R. L. Biogeografia, p. 93–98. In:
 493 MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (ed.). Moscas-das-frutas de importância econômica no
 494 Brasil: conhecimento básico e aplicado. FAPESP-**Holos**, p. 327, 2000.

495

496 MOURA, J.S. Ocorrência e flutuação populacional de moscas-das-frutas (Diptera:
 497 NASCIMENTO, A. S.; CARVALHO, Bahia. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A. (Ed.).
 498 Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado.
 499 Ribeirão Preto: **Holos**, cap. 34, p. 235-239, 2000.

500

501 NASCIMENTO, A. S.; CARVALHO, R. S.; MALAVASI, A. Monitoramento populacional.
 502 In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (Eds.). Moscas-das-frutas de Importância Econômica no
 503 Brasil: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto: **Holos**, 327p. Cap. 13, p.109-112, 2000.

504

505 NORA, I.; HICKEL, E.R.; PRANDO, H.F. SANTA CATARINA. *IN*: MALAVASI, A.;
 506 ZUCCHI, R.A. (Ed.). Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento
 507 básico e aplicado. Ribeirão Preto, SP: **Holos** Editora, pp.271-275, 2000.

508

509 NUNES, A.M.; MÜLLER, F.A.; GONÇALVES, R.S.; GARCIA, M.S.; COSTA, V.A.; NAVA,
 510 D.E. Moscas frugívoras e seus parasitoides nos municípios de Pelotas e Capão do Leão, Rio
 511 Grande do Sul, Brasil. **Ciência Rural**, v.42, n.1, p.6- 12, 2012.

512

513 OLIVEIRA, J. J. D.; ROCHA. A. C. P.; ALMEIDA, E. S.; NOGUEIRA, C. H. F.; ARAÚJO,
 514 E. L. Espécies e flutuação populacional de moscas-das-frutas em um pomar comercial de
 515 mangueira, no litoral do estado do Ceará. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 1, p. 222-228, 2009.

516

517 PELLISSIER L, NDIRIBE C, DUBUIS A, PRADERVAND J-N, SALAMIN N, GUIBAN A
 518 & RASMANN S. Turnover of plant lineages shapes herbivore phylogenetic beta diversity along
 519 ecological gradients. **Ecology letters** 16:600–8, (2013).

520

521 PEREIRA, J.D.B.; BURITI, D.P.; LEMOS, W.P.; SILVA, W.R.; SILVA, R.A. Espécies de
 522 *Anastrepha* Schiner (Diptera: Tephritidae), seus hospedeiros e parasitóides nos Estados do Acre
 523 e Rondônia, Brasil. **Biota Neotropical**, v.10, n.3, 2010.
 524
 525 QUERINO, R.B., J.B. MAIA, G.N. LOPES, C.D. ALVARENGA & R.A. ZUCCHI. Fruit fly
 526 (Diptera: Tephritidae) community in guava orchards and adjacent fragments of native
 527 vegetation in Brazil. **Fla. Entomol.** 97: 778-786, 2014.
 528
 529 RAGA, A.; SOUZA-FILHO, M.F.; MACHADO, R.A.; SATO, M.E.; SILOTO, R.C. Host
 530 ranges and infestation indices of fruit flies (Tephritidae) and lance flies (Lonchaeidae) in São
 531 Paulo state, Brazil. **Florida Entomologist**, v.94, n.4, p.787- 794, 2011.
 532
 533 SANTOS, O. O.; ANDRADE, L. L.; BITTENCOURT, M. A. L. Moscas-das-frutas (Diptera:
 534 Tephritidae) em armadilhas tipo McPhail e frutos hospedeiros no município de Ilhéus, Bahia.
 535 **Magistra**, Cruz das Almas, v. 20, n. 4, p. 398-402, 2008.
 536
 537 SANTOS, W. S.; CARVALHO, C. A. L.; NASCIMENTO, A. S.; MARQUES, O. M.;
 538 FONSECA, A. A. O. Infestação natural de *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) em umbu-
 539 cajá no município de Cruz das Almas, Recôncavo Baiano. **Neotropical Entomology**, v. 34, n.
 540 5, p. 859-860, 2005.
 541
 542 SELIVON, D. MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A. SILVA, J.G.; DUTRA, V.S.; SANTOS, M.S.;
 543 SILVA, N.M.; VIDAL, D.B.; NINK, R.A.; GUIMARÃES, J.A.; ARAUJO, E.L. Diversity of
 544 *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) and associated braconid parasitoids from native and
 545 exotic hosts in southeastern Bahia, Brazil. **Environmental Entomology**, v.39, n.5, p.1457-
 546 1465, 2010.
 547
 548 SILVA, N. M. O.; CARDOSO, J. S.; DELABIE, J. H. C.; SILVA, J. G. Fruit flies (Diptera:
 549 Tephritidae) associated with umbu (*Spondias tuberosa*) in the Semiarid Region of Bahia,
 550 Brazil. **Florida Entomologist**, v. 91, n. 4, p. 709-710, 2008.
 551
 552 SILVA, R. A.; LIMA, A. L.; XAVIER, S. L. O.; SILVA, W. R.; MARINHO, C. F.; ZUCCHI,
 553 R. A. *Anastrepha* species (Diptera: Tephritidae), their hosts and parasitoids in southern Amapá
 554 State, Brazil. **Biota Neotropical**, v. 11, n. 3, 2011.

555 SOUZA-FILHO, Z. A.; ARAÚJO, E. L.; GUIMARÃES, J. A.; SILVA, J. G. Endemic
 556 parasitoids associated with *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) infesting guava (*Psidium*
 557 *guajava*) in southern Bahia, Brazil. *Florida Entomologist*, v. 90, n. 4, p. 783-785, 2007.

558

559 UCHÔA-FERNANDES, M. A.; OLIVEIRA, I.; MOLINA, R. M. S.; ZUCCHI, R. A. Species
 560 diversity of frugivorous flies (Diptera: Tephritoidea) from hosts in the Cerrado of the State of
 561 Mato Grosso do Sul, Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 31, n. 4, p. 515-524, 2002.

562

563 ZUCCHI, R. A. 2008. Fruit flies in Brazil - *Anastrepha* species their host plants and parasitoids.
 564 Available in: <www.lea.esalq.usp.br/anastrepha/>, updated on October 03, 2017. Acesso em:
 565 20 nov. 2017.

566

567 ZUCCHI, R. A. Diversidad, distribución y hospederos del género *Anastrepha* em Brasil. In:
 568 HERNÁNDEZ-ORTIZ, V. Moscas de la Fruta en Latinoamérica (Diptera: Tephritidae):
 569 diversidad, biología y manejo. México: **S y G** (Ed.), p. 77-100, 2007.

570

571 ZUCCHI, R. A. Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) no Brasil: taxonomia, distribuição
 572 geográfica e hospedeiros. In: SOUZA, H. M. L. (org.). Moscas-dasfrutas no Brasil. Campinas:
 573 Fundação Cargil, 1988.

574

575 ZUCCHI, R.A. Taxonomia, p. 13-24. In A. Malavasi & R.A. Zucchi (eds.), Moscas-dasfrutas
 576 de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto, **Holos**
 577 Editora, 327p, 2000.

578

579 ZUCCHI, R.A., E.G. DEUS & R.A. SILVA. Espécies de *Anastrepha* e seus hospedeiros na
 580 Amazônia brasileira, In R.A. Silva, W.P. Lemos & R.A. Zucchi (eds.), Moscas-dasfrutas na
 581 Amazônia brasileira: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais. Macapá, **Embrapa Amapá**,
 582 p. 53-70. 2011.

ARTIGO III

FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE MOSCAS-DAS-FRUTAS (Diptera: Tephritidae) EM POMARES DOMÉSTICOS NO BREJO PARAIBANO, BRASIL

FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE MOSCAS-DAS-FRUTAS (Diptera: Tephritidae)
EM POMARES DOMÉSTICOS NO BREJO PARAIBANO, BRASIL

POPULATIONAL FLOATING OF FRUIT FLIES (Diptera: Tephritidae) IN
DOMESTIC POMARES IN PARAIBANO, BRAZIL

RESUMO – O conhecimento sobre a flutuação populacional das moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) constitui uma importante ferramenta na adoção de métodos de controle preconizados pelo Manejo Integrado de Pragas (MIP). Objetivou-se com a pesquisa avaliar a flutuação populacional de moscas-das-frutas em oito pomares domésticos do Brejo paraibano e correlacionar essas informações com a fenologia das plantas bem como os elementos meteorológicos, tais como umidade relativa média (%), temperatura média (°C) e precipitação pluviométrica (mm). A pesquisa foi desenvolvida em duas propriedades rurais de cada município, georreferenciadas, identificadas segundo o critério de diversidade de espécies frutíferas. A flutuação populacional foi realizado de agosto de 2015 a junho de 2016. A obtenção dos adultos das moscas-das-frutas foi realizado com auxílio de armadilhas plásticas, contendo 300 ml de solução aquosa de proteína hidrolisada a 5% (BioAnastrepha®) como atrativo alimentar. Os dados climáticos foram obtidos diariamente por termo higrômetros e através da Agencia Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba - AESA. O índice MAD foi calculado através da fórmula (número de moscas capturadas/número de armadilhas instaladas/ número de dias de coletas). Durante o período de estudo, foram coletados um total de 3.159 moscas-das-frutas, sendo 10 espécies pertencentes ao gênero *Anastrepha* e espécie *C. capitata*. Em todos os meses do ano foi observado infestação de moscas-das-frutas para ambos os gêneros, no entanto o gênero *Anastrepha* sobressaiu em relação ao gênero *Ceratitis*. O índice MAD em alguns municípios foi superior a 0,5 sendo recomendado se fazer o controle das moscas-das-frutas nestas áreas. A ocorrência sazonal, bem como os índices de infestação de tefritídeos nos pomares domésticos, estão relacionada à disponibilidade de frutos.

Palavras-chave: Ocorrência sazonal; Índice MAD; Tefritídeos; Elemento meteorológicos

ABSTRACT - The knowledge about the population fluctuation of the fruit flies (Diptera: Tephritidae) is an important tool in the adoption of control methods recommended by Integrated Pest Management (IPM). The objective of this research was to evaluate the population fluctuation of fruit flies in eight domestic orchards of the Brejo Paraíba and to correlate this

information with the crop phenology as well as the meteorological elements such as average relative humidity (%), mean temperature (° C) and rainfall (mm). The research was developed in two rural properties of each municipality, georeferenced, identified according to the criterion of diversity of fruit species. The population fluctuation was carried out from August 2015 to June 2016. Adult fruit flies were obtained with the aid of plastic traps containing 300 ml of 5% hydrolyzed protein aqueous solution (BioAnastrepha®) as an attractive to feed. The climatic data were obtained daily by hygrometers and through the Executive Agency of Water Management of the State of Paraíba - AESA. The MAD index was calculated using the formula (number of flies captured / number of traps installed / number of days of collection). During the study period, a total of 3,159 fruit flies were collected, 10 species belonging to the genus *Anastrepha* and *C. capitata* species. In all months of the year infestation of fruit flies was observed for both genera, however the genus *Anastrepha* excelled in relation to the genus *Ceratitis*. The MAD index in some municipalities was higher than 0.5 and it is recommended to control the fruit flies in these areas. The seasonal occurrence, as well as the infestation rates of tefritídeos in the domestic orchards, are related to the availability of fruits.

Keywords: Seasonal occurrence; MAD Index; Tefritídeos; Weather Element

INTRODUÇÃO

No Brasil, a produção de frutas ocorre em todas as regiões, mas predomina nas áreas de climas tropical e subtropical, onde os problemas fitossanitários representa um dos principais entraves para a expansão da atividade frutícola. As perspectivas para o setor são otimistas, portanto é necessário que se desenvolvam estratégias para controle das pragas que comprometem a produção e, ou, as exportações (BISOGNIN *et al.*, 2013).

Dentre as pragas, que pode ser definido como qualquer espécie, raça ou biótipo de vegetais, animais ou vetores de agentes patogênicos, merecem destaque as moscas-das-frutas por causa do seu potencial destrutivo. Esses insetos são considerados como a maior praga da fruticultura atualmente em todo o mundo, sendo de fácil adaptabilidade quando introduzida em outra região e, em muitos casos, pode comprometer até 100% da produção (SILVA *et al.*, 2012; MARTINS *et al.* 2012, CANAL *et al.*, 2013).

O conhecimento da flutuação populacional e a época de maior ocorrência de determinada espécie de moscas-das-frutas de importância econômica são requisitos indispensáveis para o estabelecimento de um controle eficiente e racional, pois permitem

viabilizar o planejamento de estratégias de manejo eficazes (RONCHI-TELES; SILVA, 2005).

Diversos fatores, como clima, altitude, localização geográfica, fenologia e sucessão de hospedeiros (primários ou secundários), podem influenciar na abundância de determinada espécie de moscas-das-frutas nos pomares durante o ano (SILVA *et al.*, 2010; MONTES *et al.*, 2011). Um exemplo são as explosões populacionais de algumas espécies de *Anastrepha* em determinadas épocas do ano, com picos de densidade de indivíduos adultos diretamente relacionados com a fenologia dos hospedeiros e seu alto potencial reprodutivo (CRUZ *et al.*, 2000), enquanto que outras espécies, a exemplo da *A. fraterculus*, não se desenvolvem em temperaturas inferiores a 10°C e superiores a 35°C (SALLES, 2000).

O uso de armadilhas permite verificar a flutuação populacional desses insetos e relacioná-la com os fatores abióticos, principalmente os associados ao clima, auxiliando na definição das épocas de maior ou menor probabilidade de infestações (AZEVEDO *et al.*, 2010). Na maioria dos trabalhos sobre flutuação populacional de moscas-das-frutas, observa-se que a ocorrência desses tefritídeos está associada principalmente a temperatura, umidade e precipitação pluviométrica e que, geralmente, mais de dez espécies são capturadas, mas apenas uma ou duas são predominantes (RONCHI-TELES; SILVA, 2005). Da mesma forma, constata-se que essas populações flutuam tendo picos durante um ou dois períodos ao longo do ano.

Lemos *et al.* (2011) ressaltaram que, apesar do advento crescente de pesquisas relacionadas a tefritídeos no país ao longo dos anos, as informações sobre a bioecologia das moscas-das-frutas ainda são escassas em várias regiões. Dessa forma, objetivou-se com o presente estudo avaliar a flutuação populacional de moscas-das-frutas no Brejo paraibano e correlacionar essas informações com a fenologia das plantas e elementos meteorológicos.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo situa-se na Mesorregião do Agreste Paraibano e Microrregião do Brejo Paraibano incluindo os municípios de: Alagoa Grande (S 07° 01' 53.6" W 035° 38' 12.1"), Alagoa Nova (S 07° 04' 56.3" W 035° 48' 53.1"), Areia (S 06° 59' 22.7" W 035° 44' 00.2"), Bananeiras (S 06° 43' 44.3" W 035° 39' 24.0"), Borborema (S 06° 47' 37.7" W 035° 35' 53.2"), Matinhas (S 07° 06' 40.0" W 035° 49' 10.5"), Pilões (S 06° 56' 45.4" W 035° 39' 38.2") e Serraria (S 06° 49' 03.8" W 035° 39' 19.4"). A pesquisa foi desenvolvida em duas propriedades rurais de cada município, georreferenciadas, identificadas segundo o critério de diversidade de espécies frutíferas. O levantamento populacional foi realizado de julho de 2015 a junho de 2016.

A obtenção dos adultos das moscas-das-frutas foi realizado com auxílio de armadilhas plásticas (PET), em cada uma das áreas de amostragem foram instaladas duas armadilhas/planta. As armadilhas foram colocadas na altura média da copa das árvores e continham 300 ml de solução aquosa de proteína hidrolisada a 5% (BioAnastrepha®) como atrativo alimentar.

Os frascos foram inspecionados quinzenalmente, ocasião em que os espécimes de mosca capturados foram coletados e o atrativo alimentar substituído. Esses espécimes foram lavados com água em uma peneira e assim acondicionados em recipientes de plástico com álcool hidratado a 70%, sendo devidamente etiquetados, e posteriormente encaminhados até o Laboratório de Zoologia de Invertebrados do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba – Areia/PB, local este onde os machos e as fêmeas dos gêneros *Anastrepha* e *Ceratitis* foram triados e conservados em álcool hidratado a 70% para a posterior identificação da espécie.

Os exemplares de moscas-das-frutas foram separados por sexo e apenas as fêmeas foram identificadas, através dos acúleos presentes no ovipositor, uma vez que os machos não apresentam os caracteres diagnósticos para a identificação específica (URAMOTO, 2002), utilizando-se chaves de identificação (ZUCCHI, 2000). As fêmeas coletadas do gênero *Anastrepha* foram identificadas pela Dra. Clarice Diniz Alvarenga Corsato – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG.

Os levantamentos de espécies de *Anastrepha* e *Ceratitis* para estudo das flutuações populacionais foram realizados por meio de indivíduos coletados nas armadilhas PET, durante o período de um ano, tempo necessário para a realização da flutuação populacional das espécies nos pomares.

A flutuação populacional foi baseada no número total de adultos de *Anastrepha* e *Ceratitis* por mês, onde o valor obtido foi determinado pela soma do número de adultos machos e fêmeas capturados nas quatro semanas do mês em referência, sendo analisada em relação a variáveis climáticas: temperatura, umidade e precipitação pluviométrica.

Os dados climáticos foram obtidos diariamente por termo higrômetros (temperatura e umidade) dispostos nas propriedades de cada cidade, e a precipitação pluviométrica através dos dados da Agencia Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba - AESA.

O índice MAD foi calculado através da fórmula (número de moscas capturadas/número de armadilhas instaladas/ número de dias de coletas) (ARAUJO & ZUCCHI, 2003).

$$MAD = \frac{N}{A \times D}$$

Onde:

MAD = mosca/armadilha/dia;

N = número total de moscas capturadas;

A = número de armadilhas avaliadas;

D = intervalo em dias entre as coletas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período de estudo, que foi de Julho/2015 a Junho/2016, foram coletados um total de 3.159 moscas-das-frutas, das quais 85,57% pertenciam ao gênero *Anastrepha*, sendo (1.867 fêmeas e 836 machos) e 14,43% a espécie *Ceratitis capitata* (Wied.), sendo (330 fêmeas e 126 machos). As moscas-das-frutas foram capturadas ao longo de todos os meses do ano em oito municípios do Brejo paraibano, sendo eles: Alagoa Grande (131), Alagoa Nova (471), Areia (614), Bananeiras (625), Borborema (345), Matinhas (65), Pilões (131) e Serraria (777), indivíduos respectivamente.

Buscando avaliar as áreas de pomares domésticos no Brejo paraibano, a análise de flutuação populacional foi realizada utilizando apenas os dados relacionados as fêmeas, onde ao longo do ano foram capturadas um total de 10 espécies do gênero *Anastrepha*: *A. fraterculus* (864), *A. obliqua* (535), *A. distincta* (24), *A. dissimilis* (11), *A. pickelli* (1), *A. antunesi* (37), *A. sororcula* (382), *A. zenildae* (11), *A. hadropickeli* (1), *A. barbiellini* (1) e a espécie *C. capitata* (330).

Em todos os meses do ano foi observado infestação de moscas-das-frutas para ambos os gêneros, no entanto o gênero *Anastrepha* apresentou o maior número de espécies em relação ao gênero *Ceratitis*. Os maiores picos populacionais das moscas-das-frutas, ocorreram no mês de Abril/2016, para as espécies *A. obliqua* (147) no município de Serraria, *A. fraterculus* (91) em Areia, *A. sororcula* (58) em Bananeiras, sendo também as espécies que estiveram presentes em todos os municípios, todos os meses do ano (Figura 1).

Esses picos populacionais, ocorreram no período de maior precipitação pluviométrica nesses municípios, onde foi observado que houve uma correlação positiva ($r = 0,50$, $P > 0,05$; $r = 0,47$, $P > 0,05$; $r = 0,53$, $P > 0,05$) da precipitação pluvial nas populações dos tefritídeos (Tabela 1). ALUJA (1994) observou que a precipitação pluviométrica, em ambientes tropicais, é determinante da abundância de moscas-das-frutas. Em outros trabalhos similares conduzidos

na Costa Rica e no Brasil, as maiores populações de *Anastrepha* spp. ocorreram durante períodos de maior precipitação pluviométrica (ZAHLER, 1990).

Durante o período de dezembro/2015 a janeiro/2016, foi observado a menor captura de indivíduos de moscas-das-frutas (Figura 1). Essa menor captura de moscas, possivelmente se deve a fatores bióticos (inimigos naturais, predadores e competição) e abióticos (precipitação pluvial, temperatura e umidade do ar) que influenciam o ciclo de vida dos tefritídeos (ALUJA, 1994) e os picos populacionais das espécies de moscas-das-frutas ocorrem de acordo com a fenologia reprodutiva e a maturação de seus frutos hospedeiros. Segundo diversos autores, a disponibilidade de frutos foi um fator determinante à ocorrência de maiores populações de moscas-das-frutas, comprovando que a frutificação é o componente fenológico que mais contribui para o aumento populacional desses insetos (ALBERTI *et al.*, 2012; ARAÚJO *et al.*, 2008; DUARTE *et al.*, 2012; DUARTE *et al.*, 2013; GARCIA; LARA, 2006; SILVA *et al.*, 2011).

As baixas capturas das populações de *A. distincta*, *A. dissimilis*, *A. pickelli*, *A. antunesi*, *A. zenildae*, *A. hadropickeli* e *A. barbiellini*, ao longo do período amostrado nas áreas de pomares, devem-se pela indisponibilidade de plantas hospedeiras deste tefritídeo nas localidades estudadas, justificando talvez suas baixas densidade, pois estudos demonstraram que a grande maioria de uma determinada espécie de moscas-das-frutas permanece em torno do seu hospedeiro preferencial (NASCIMENTO; CARVALHO, 2000).

Para essas espécies, não foi verificado ocorrência de nenhum pico populacional, sendo suas ocorrências de forma esporádica ao longo do ano. A presença de hospedeiros secundários nas áreas em entorno dos pomares pode ter contribuído para o surgimento dessas espécies em pontos isolados em determinados meses do ano. Os pomares onde foram desenvolvidas as pesquisas estavam localizados próximos a outras frutíferas, e mata nativa, contendo hospedeiros alternativos que podem ter auxiliado no desenvolvimento das espécies de moscas-das-frutas (ARAÚJO *et al.*, 2005; DUARTE *et al.*, 2013). Dessa forma, durante as fases vegetativas e de floração das frutíferas onde estavam as armadilhas nos pomares, outras frutíferas no entorno podem ter frutificado, tornando-se hospedeiros alternativos para essas espécies, resultando na coleta de poucos exemplares durante o período de amostragem.

A *A. fraterculus*, foi a espécie com o maior número de indivíduos coletados e que esteve presente em todos os pomares, em todas as épocas do ano, tendo o maior índice de captura no mês de setembro/2015. O gráfico da flutuação populacional de *A. fraterculus* foi semelhante ao longo dos 12 meses de coleta em praticamente todos os municípios, em relação aos picos e as

201 baixas densidade populacional (Figura 1). Os aumentos populacionais foram observados no
202 período de frutificação e maturação da goiaba, a fruta mais presente em todos os pomares.

203 Pesquisas realizadas na região oeste de Santa Catarina mostraram que a maior incidência
204 de *A. fraterculus* também ocorreu na época de maturação dos frutos em pessegueiros (GARCIA
205 *et al.*, 2003) e laranjeiras (GARCIA; LARA, 2006). Da mesma forma, em goiabeiras,
206 nespereiras e pessegueiros, Souza-Filho *et al.* (2009) observaram picos populacionais de *A.*
207 *fraterculus* durante o período de maturação dos frutos. Segundo Zucchi (2017), *A. fraterculus*
208 é uma espécie que apresenta uma polifagia muito ampla, e está associada a 115 espécies de
209 plantas hospedeiras em 48 famílias botânicas.

210 De todos os fatores meteorológicos avaliados, a temperatura foi a que apresentou a
211 menor correlação com a flutuação, variando de $r = -0,48$ a $0,22$ $P > 0,05$. Araújo (2002), que
212 constatou correlação negativa entre a temperatura e a infestação de moscas-das-frutas em pomar
213 de goiabas em Mossoró, tendo verificado que nos meses onde a temperatura foi superior a 28°C
214 não houve infestação de moscas nos frutos e os índices de captura nas armadilhas foram
215 insignificantes.

216 Em vários municípios a umidade relativa do ar não apresentou forte correlação, sendo a
217 precipitação pluviométrica o fator que mais influenciou nos picos populacionais. A
218 precipitação, associado a outros fatores ecológicos, e, principalmente a disponibilidade de
219 frutos hospedeiros são importantes na flutuação populacional de várias espécies de moscas-das-
220 frutas, como relatado em outros estudos (ARAÚJO *et al.*, 2008; HICKEL *et al.*, 2007;
221 KOVALESKI *et al.*, 1999; RONCHI-TELES; SILVA, 2005). Os resultados obtidos nesse
222 trabalho corroboram com os apresentados por Azevedo *et al.* (2010), em estudo desenvolvido
223 em pomar de goiaba no Município do Cariri, Ceará, constataram que as chuvas influenciaram
224 na flutuação populacional de moscas-das-frutas, concordando com os dados apresentados por
225 este trabalho.

226 De acordo com Oliveira *et al.* (2009), os fatores climáticos analisados separadamente
227 apresentam pouca interferência na população de moscas-das-frutas, indicando que tais fatores
228 precisam ser estudados em conjunto para determinar sua densidade populacional, fato
229 compatível com os resultados obtidos neste trabalho, em que a temperatura e umidade relativa
230 interferiu muito pouco na população de moscas-das-frutas, porém de maneira significativa.

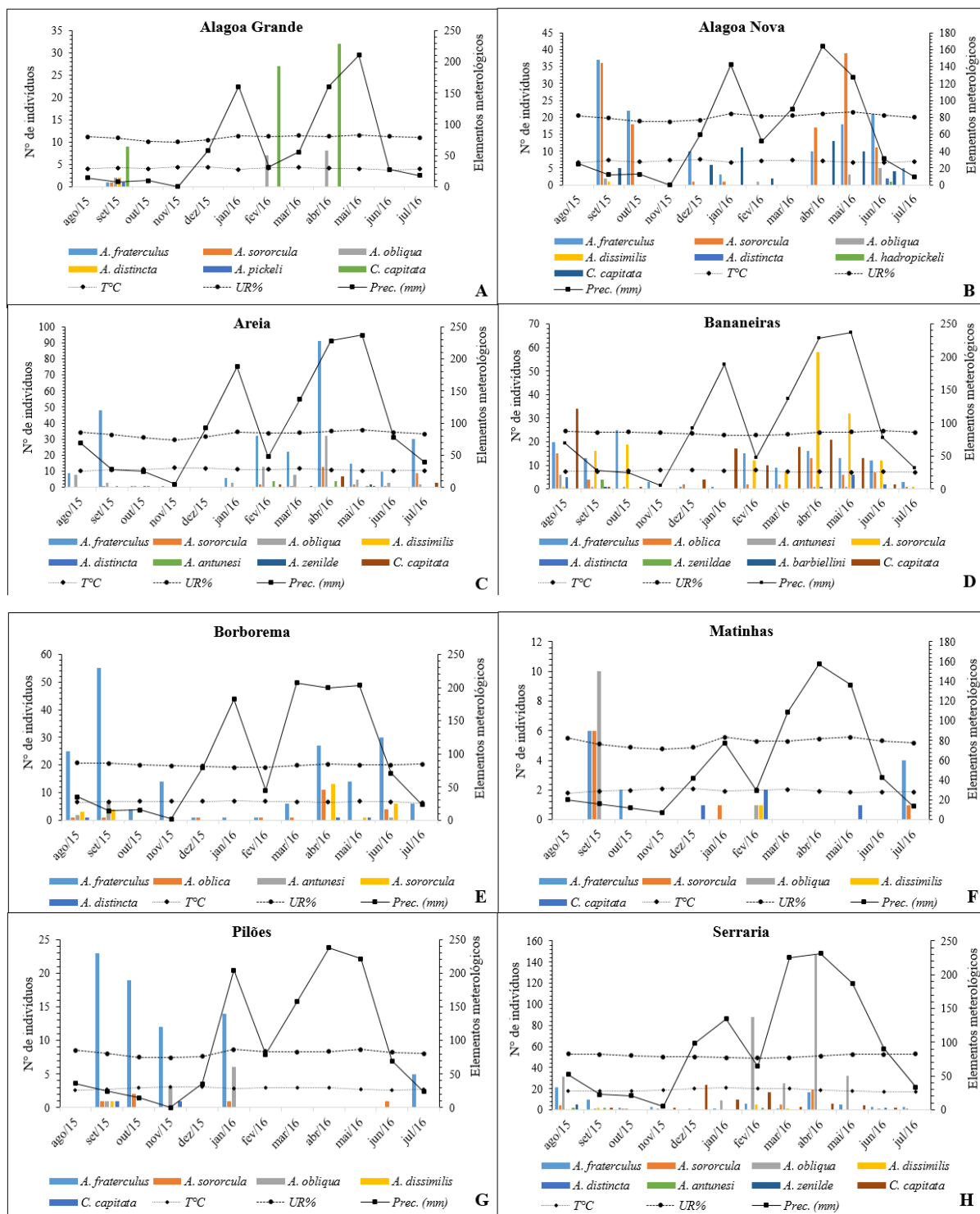


Figura 1. Flutuação populacional de moscas-das-frutas de espécies de *Anastrepha* e *Ceratitis capitata* obtidas em Armadilhas Caça-Moscas em pomares domésticos, no período de Julho/2015 a Junho/2016, no Brejo paraibano.

Tabela 1 – Análise de correlação de Pearson entre os fatores abióticos (temperatura, precipitação e umidade relativa do ar) com a densidade média mensal de moscas-das-frutas capturada em armadilhas nos pomares, durante o período de julho/2015 a junho/2016, no Brejo paraibano.

Fatores abióticos	Alagoa nova		
	R	T	P
Temperatura (°C)	-0,18 NS	-0,59	P < 0,05
Umidade Relativa (%)	0,18	0,59	P < 0,05
Precipitação Pluvial (mm)	0,14	0,44	P < 0,05
	Alagoa Grande		
	R	T	P
Temperatura (°C)	0,12	0,39	P < 0,05
Umidade Relativa (%)	0,23	0,76	P < 0,05
Precipitação Pluvial (mm)	0,18	0,56	P < 0,05
	Areia		
	R	T	P
Temperatura (°C)	-0,19 NS	-0,57	P < 0,05
Umidade Relativa (%)	0,46 *	1,6	P < 0,05
Precipitação Pluvial (mm)	0,47 *	1,68	P < 0,05
	Bananeiras		
	R	T	P
Temperatura (°C)	-0,48 NS	-1,73	P < 0,05
Umidade Relativa (%)	0,38 *	1,28	P < 0,05
Precipitação Pluvial (mm)	0,53 *	1,98	P < 0,05
	Borborema		
	R	T	P
Temperatura (°C)	-0,26 NS	-0,86	P < 0,05
Umidade Relativa (%)	0,66 *	2,76	P < 0,05
Precipitação Pluvial (mm)	0,00	0,00	P < 0,05
	Matinhas		
	R	T	P
Temperatura (°C)	-0,04 NS	-0,12	P < 0,05
Umidade Relativa (%)	-0,16 NS	-0,52	P < 0,05
Precipitação Pluvial (mm)	-0,32 NS	-1,06	P < 0,05
	Pilões		
	R	T	P
Temperatura (°C)	0,05	0,15	P < 0,05
Umidade Relativa (%)	-0,39 NS	-1,36	P < 0,05
Precipitação Pluvial (mm)	-0,35 NS	-1,19	P < 0,05
	Serraria		
	R	T	P
Temperatura (°C)	0,22	0,71	P < 0,05
Umidade Relativa (%)	-0,20 NS	-0,65	P < 0,05
Precipitação Pluvial (mm)	0,50 *	1,84	P < 0,05

*Significativo p < 0,05.

Para a análise do índice MAD (moscas/armadilha/dia) nos pomares dos oito municípios estudados, foi considerado o total de espécimes do gênero *Anastrepha* e *Ceratitis*.

O número de tefritídeos coletado por armadilha por dia, demonstrou que ao longo do ano as capturas tiveram variações em todas as localidades, e que em determinadas amostras obtidas mensalmente ocorreram o índice zero e superior a 1,0 (Figuras 2). De acordo com a

norma específica para área de baixa prevalência de moscas-das-frutas NIMF n° 30 da FAO (IPPC/FAO, 2011c), define que os níveis de MAD estabelecidos para as mais diversas culturas ficam a critério das Organizações Nacionais de Proteção Fitossanitária (ONPF) dos países produtores e importadores, uma vez que estes variam de acordo com a susceptibilidade do hospedeiro e da região onde o cultivo é realizado

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) estabelece que para exportação de frutas para os Estados Unidos devem ser cultivadas e colhidas em áreas de baixa incidência de moscas-das-frutas, atendendo às exigências quarentenárias do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA) (MENDONÇA *et al.* 2000, BRASIL 2010). Para exportação de frutas para os E.U.A., o índice máximo de captura de moscas-das-frutas aceitável nos pomares, o MAD (mosca/armadilha/dia), é 1, e o nível de controle 0,5 MAD (OLIVEIRA *et al.* 2010).

Para esse trabalho, foi tido como base para análise dos pomares o índice MAD 0,5, pois é o nível utilizado para uma tomada de decisão, indicando a necessidade de intervenção com algum método de controle (TORRES *et al.*, 2010). O nível de controle em pomares de frutíferas que é estabelecido através do número de moscas capturadas por armadilha por dia (MAD), sendo os índices de 0,5 MAD, 0,8 MAD e 1,0 MAD, limiares para que seja realizado o controle através de inseticidas (ROSA, 2011).

Os maiores índices de captura de moscas-das-frutas foram verificados nos meses de fevereiro/2016 e abril/2016. O município de Serraria foi a cidade que apresentou a maior taxa de captura, o que repercutiu nos elevados índice MAD, apresentando dois picos populacionais, um em fevereiro/2016 (MAD = 0,7) e outro em abril/2016 (MAD = 1,12). O fato citado anteriormente foi semelhante, nos municípios de Areia e Bananeiras em que o mês de abril/2016 registrou os maiores índices de captura com os índices MAD=1,05 e MAD = 0,6 respectivamente (Figura 2).

O índice MAD nessas localidades foram superior a 0,5 indicando alta infestação nos pomares, com recomendação se fazer o controle das moscas-das-frutas nestas áreas. Estes resultados estão de acordo com os resultados encontrados por Ronchi-Teles (2005), onde o MAD variou de 0,5 a 2,0 estudo realizado no estado do Amazonas. Os resultados obtidos com este estudo também são semelhantes aos encontrados por Silva (2012), que estudou a diversidade de moscas-da-frutas no Campus da UFAM obtendo o MAD de 0,89 a 3,69.

Nos municípios de Alagoa Grande, Alagoa Nova, Matinhas, Pilões e Borborema, a flutuação populacional das moscas-das-frutas não apresentou índice de captura igual ou superior a 0,5 mosca/armadilha/dia em nenhuma época do ano, porém o pomar localizado no

município de Alagoa Nova atingiu índices MAD de 0,42 e 0,43 nos meses de setembro/2015 e maio/2016 respectivamente, esses níveis encontrados nesses meses já é recomendado a começar executar alguma medida de controle para essa praga (OLIVEIRA *et al.* 2010). Deve-se ressaltar que neste trabalho não foi avaliada a influência dos fatores bióticos, como parasitismo, predação e competição, que juntamente com os fatores abióticos são responsáveis pela regulação da flutuação populacional das moscas-das-frutas ao longo do ano.

O fato de determinar o número de moscas-das-frutas nas armadilhas a partir do qual precisa-se adotar ação de controle é, na prática, dependente dos seguintes componentes: custo dos insumos, tratamentos culturais e do valor de mercado do produto final (frutos). Por outro lado, se o nível de controle for afetado por um destes componentes e não for executada a ação, o local será um propagador destas pragas para as propriedades vizinhas, aumentando suas populações para a próxima safra. As moscas das frutas podem também se dispersar para outras frutíferas nativas e cultivadas que poderão se tornar reservatórios deste grupo de pragas (TAIRA *et al.*, 2013; BOMFIM *et al.*, 2014).

O monitoramento populacional das moscas-das-frutas é importante recurso para manejo integrado de pragas em frutíferas comerciais, permitindo verificar a flutuação populacional e o nível de dano econômico (SÁ *et al.*, 2008). As informações obtidas com a captura de moscas-das-frutas em armadilhas para monitoramento é importante para tomada de decisões de início e término das medidas de controle e poder avaliar a eficácia das estratégias adotadas (ROSA, 2011).

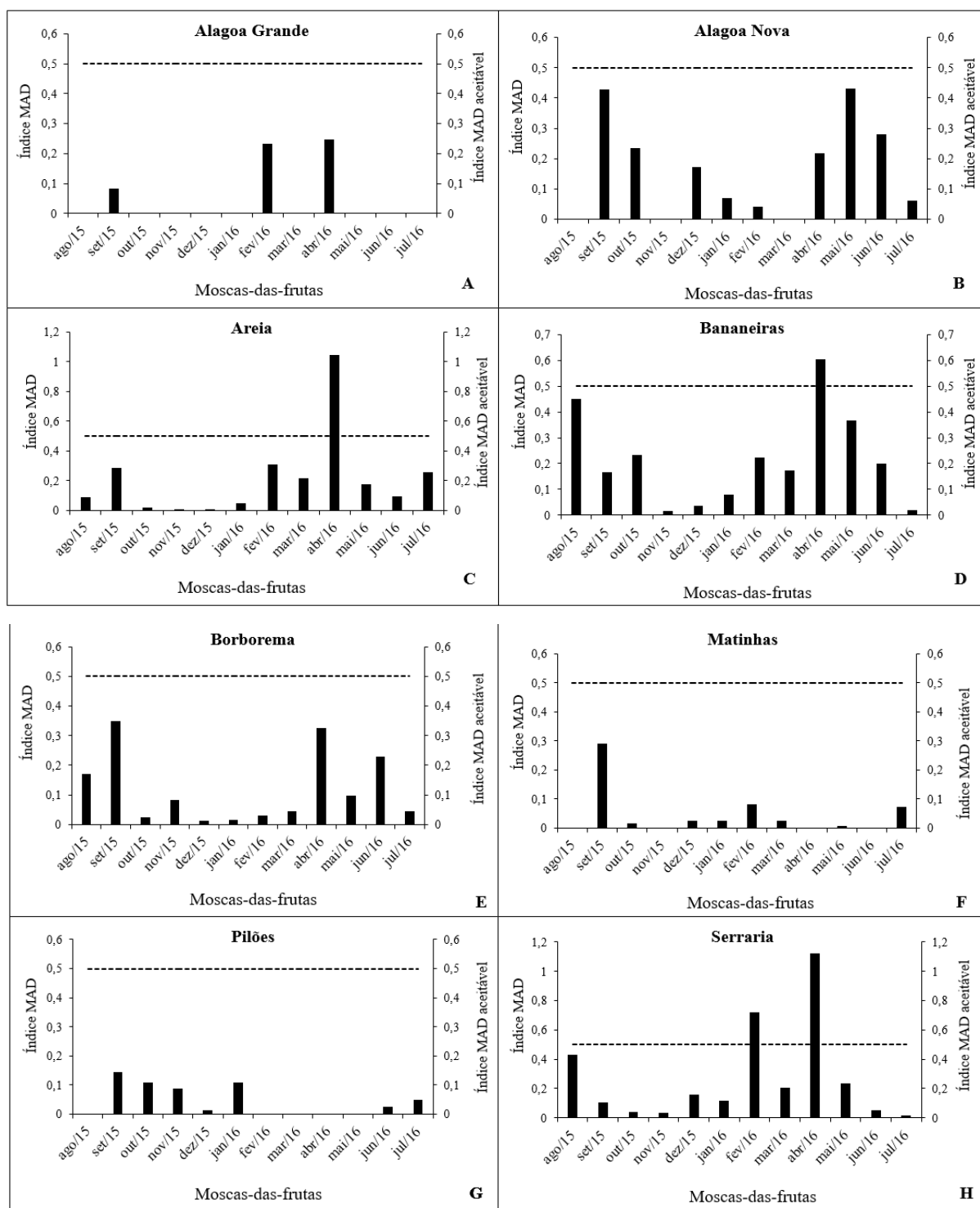


Figura 2. Índice MAD (moscas/armadilha/dia) de moscas-das-frutas obtidas em Armadilhas Caça-Moscas em pomares domésticos, no período de Julho/2015 a Junho/2016, no Brejo paraibano.

CONCLUSÃO

Os maiores picos populacionais das moscas-das-frutas, ocorre no mês de Abril/2016, com destaque para as espécies *A. obliqua*, *A. fraterculus*, *A. sororcula*;

As baixas capturas das populações de determinadas espécies de moscas das frutas (*A. distincta*, *A. dissimilis*, *A. pickelli*, *A. antunesi*, *A. zenildae*, *A. hadropickeli*, *A. barbiellini*) deve-se a ocorrência de hospedeiros alternativos em torno dos pomares;

O índice MAD nos municípios de Serraria, Areia e Bananeiras, no mês de Abril/2016, foi superior a 0,5 sendo recomendado se fazer o controle das moscas-das-frutas nestas áreas,

A ocorrência sazonal, bem como os índices de infestação de tefritídeos nos pomares domésticos, estão relacionada à disponibilidade de frutos.

AGRADECIMENTOS

O autor agradece a Prof. Dra. Clarice Diniz Alvarenga Corsato (Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba – MG), pela identificação das espécies do gênero *Anastrepha* e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo.

REFERÊNCIAS

ALBERTI, S.; BOGUS, G. M.; GARCIA, F. R.M. Flutuação populacional de moscas-das-frutas (Diptera, Tephritidae) em pomares de pessegueiro e maracujazeiro em Iraceminha, Santa Catarina. **Biotemas**, v. 25, n. 2, p. 53-58, 2012.

ALUJA, M. Bionomics and management of *Anastrepha*. **Annual Review of Entomology**, v.39, p.155 178, 1994.

ARAUJO, E. L. et al. Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) no semi-árido do Rio Grande do Norte: plantas hospedeiras e índices de infestação. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 34, n. 6, p. 889-894, 2005.

ARAÚJO, E. L.; SILVA, R. K. B.; GUIMARÃES, J. A.; SILVA, J. G.; ITTENCOURT, M. A. L. Levantamento e flutuação populacional de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em

goiaba *Psidium guajava* L., no Município de Russas (CE). **Revista Caatinga**, v. 21, n. 1, p. 138-146, 2008.

ARAUJO, E. L.; ZUCCHI, R. A. Hospedeiros e níveis de infestação de *Neosilba pendula* (Bezzi) (Diptera: Lonchaeidae) na região de Mossoró/Assu, RN. **Arquivos do Instituto Biológico**, Campinas, v. 69, n. 2, p. 91-94, 2002.

ARAUJO, E.L., M.K.M. MEDEIROS, V.E. SILVA & R. A. ZUCCHI. Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) no semi-árido do Rio Grande do Norte: plantas hospedeiras e índices de infestação. **Neotrop. Entomol.** 34: 889-894, 2005.

AZEVEDO, F. R. et al. Análise faunística e flutuação populacional de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em pomares comerciais de goiaba na Região do Cariri Cearense. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 77, n. 1, p. 33-41, 2010.

BISOGNIN, M.; NAVA, D. E.; LISBÔA, H.; BISOGNIN, A. Z.; GARCIA, M. S.; VALGAS, R. A. Biologia da mosca-das-frutas sul-americana em frutos de mirtilo, amoreira, amoreira-preta, araçazeiro e pitangueira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 2, p. 141-147, 2013.

BOMFIM DA, GISLOT LJ & UCHOA MA. Fruit flies and lance flies (Diptera: Tephritoidea) and their host plants in a conservation unit of the Cerrado biome in Tocantins, Brazil. **Florida Entomologist** 97: 1139–1147, 2014.

BRASIL. 2010. **Plano de Trabalho para Tratamento Hidrotérmico da Manga Brasileira e Programa de Pré-Inspeção**. Disponível em: <www.agricultura.gov.br/sislegis> Acesso em ago. de 2014.

CANAL, N.A; URAMOTO, K; ZUCCHI, R.A. Two New Species of *Anastrepha* Schiner (Diptera Tephritidae) closely related to *Anastrepha pickeli* Lima **Neotropical Entomology**.42: p.52-57, 2013.

CELEDÔNIO-HURTADO, H. M.; ALUJA, M.; LIEDO, P. Adult population of *Anastrepha* species (Diptera: Tephritidae) in tropical orchad habitats of Chiapas, México. **Entomological Society of America**, v. 24, n. 4, p. 861-869. 1995.

CRUZ, I. B. M.; NASCIMENTO, J. C.; TAUFER, M.; OLIVEIRA, A. K. Morfologia do aparelho reprodutor e biologia do desenvolvimento. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A. (Ed.). Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado. Riberão Preto: **Holos**, 2000. cap. 6, p. 55-66.

DUARTE, R. T.; GALLI, J. C.; PAZILI, W. C. Dinâmica populacional de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em pomar de goiaba no município de Jaboticabal – SP. **Revista Agroecossistemas**, v. 4, n. 1, p. 33-41, 2012.

DUARTE, R. T.; GALLI, J. C.; PAZINI, W. C.; CALORE, R. A. Flutuação populacional e infestação de mosca-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em função do sistema produtivo de goiaba. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias** [online], v. 8, p. 241-245, 2013.

GARCIA, F. R. M.; CAMPOS, J. V.; CORSEUIL, E. Análise faunística de espécies de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) na região do Oeste de Santa Catarina. **Neotropical Entomology**, v.32, p.421-426, 2003.

GARCIA, F. R. M.; LARA, D. B. Análise faunística e flutuação populacional de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em pomar cítrico no município de Dionísio Cerqueira, Santa Catarina. **Revista Biotemas**, Florianópolis, v. 19, n. 3, p. 65-70, 2006.

HICKEL E. R.; DUCROQUET, J. P. H. J. Ocorrência de moscas-das-frutas *Anastrepha fraterculus* (wied.) em frutas de goiabeira serrana. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**. v.23, n.2, p. 311-315, 2007.

IPPC/FAO. 2011c. ISPM 30 - Establishment of areas of low pest prevalence for fruit
KOVALESKI, A. **Processos adaptativos na colonização da maçã** (*Malus domestica* L.) por *Anastrepha fraterculus* (Wied) (Diptera: Tephritidae) na região de Vacaria, 1997, 122 f. Tese (Doutorado em ciências). Universidade de São Paulo. 1999.

412 MARTINS, D.S. FORNAZIER, J.M, URAMOTO, K, VENTURA, J.A. FERREIRA, P.S.F,
 413 ZANUNCIO, J.C. Levantamento e flutuação populacional de moscas-das-frutas (Diptera:
 414 Tephritidae). New Findinngs of *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) in the state of Espirito Santo,
 415 Brasil, **Florida Entomologist** 95(3) - p 794-797, 2012.

416

417 MENDONÇA, M.C., A.S. NASCIMENTO, R.C. CALDAS & C.A. PEREIRA FILHO. Efeito
 418 do tratamento hidrotérmico de mangas na mortalidade de larvas de *Ceratitis capitata* (Wied.)
 419 (Diptera: Tephritidae). **An. Soc. Entomol. Brasil** 29: 139-145, 2000.

420

421 MONTES, S. M. M.; RAGA, A.; BOLIANI, A. C.; DOS SANTOS, P. C. Dinâmica
 422 populacional e incidência de moscas-das-frutas e parasitoides em cultivares de pessegueiro
 423 (*Prunus pérsica* L. Batsch) no município de Presidente Prudente – SP. **Revista Brasileira de**
 424 **Fruticultura**, v. 33, n. 2, p. 402-411, 2011.

425

426 NASCIMENTO, A. S. CARVALHO, R. MALAVASI, A. Monitoramento populacional. In:
 427 MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A. (Ed.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no**
 428 **Brasil**: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto: Holos, 2000. cap. 13, p. 109-112.

429

430 NASCIMENTO, A. S. et al. A. Dinâmica populacional das moscas-das-frutas do gênero
 431 *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) no Recôncavo Baiano II: Flutuação populacional. **Pesquisa**
 432 **Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 1, n. 7, p. 969-980, 1982.

433

434 OLIVEIRA, J. J. D.; ROCHA, A. C. P.; ALMEIDA, E. S.; NOGUEIRA, C. H. F.; ARAÚJO,
 435 E. L. Espécies e flutuação populacional de moscas-das-frutas em um pomar comercial de
 436 mangueira, no litoral do estado do Ceará. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 1, p. 222-228, 2009.

437

438 OLIVEIRA, J.J.D., A.C.P. ROCHA, E.S. ALMEIDA, C.H.F. NOGUEIRA & E.L. ARAUJO.
 439 Espécies e flutuação populacional de moscas-das-frutas em um pomar comercial de mangueira,
 440 no litoral do estado do Ceará. **Rev. Caatinga** 22: 222-228, 2009.

441

442 RONCHI-TELES, B.; SILVA, N. M. Flutuação populacional de espécies de *Anastrepha* spp.
 443 (Diptera: Tephritidae) na região de Manaus, AM. **Neotropical Entomology**, Piracicaba, SP, v.
 444 34, n. 5, p. 733-741, 2005.

445

ROSA, J. M. D. **Determinação de danos do Gorgulho, *Conotrachelus psidii* Marshall e Captura de mosca-das-frutas, *Anastrepha fraterculus* Wiedemann, com óleo de Andiroba, *Carapa guianensis* em goiabeira serrana *Acca sellowiana*.** 2011. 56 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal), Universidade do Estado de Santa Catarina. Lages, 2011.

SÁ, R. F. et al. Índice de infestação e diversidade de moscas-das-frutas em hospedeiros exóticos e nativos no pólo de fruticultura de Anagé, BA. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 2, p. 401-411, 2008.

SALLES, L. A. B. Biologia e ciclo de vida de *Anastrepha fraterculus*. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A. (Ed.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado.** Ribeirão Preto: Holos Editora, 2000. p. 81-86.

SILVA, J. G.; DUTRA, V. S.; SANTOS, M. S.; SILVA, N. M. O.; VIDAL, D. B.; NINK, R. A.; GUIMARAES, J. A.; ARAUJO, E. L. Diversity of *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) and associated Braconid parasitoids from native and exotic hosts in Southeastern Bahia, Brazil. **Environmental Entomology**, v. 39, n. 5, p. 1457- 1465, 2010.

SILVA, R. A.; DEUS, E. G.; RAGA, A.; PEREIRA, J. D. B.; SOUZA-FILHO, M. F.; COSTA NETO, S. V. Monitoramento de moscas-das-frutas na Amazônia: amostragem de frutos e uso de armadilhas. In: SILVA, R. A., et al. **Moscas-das-frutas na Amazônia Brasileira: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais.** Macapá: Embrapa Amapá, 2011.

SILVA, R. A; SILVA, W.R; JESUS, C.R; PEREIRA, J.D.; SOUSA FILHO, M.F. Novos registros de *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) para o Pará. **Embrapa Comunicado Técnico**. N.122: p, 2012.

SOUZA FILHO, M.F.; RAGA, A.; AZEVEDO FILHO, J.A.; STRIKIS, P.C.; GUIMARÃES, J.A.; ZUCCHI, R.A. Diversity and seasonality of fruit flies (Diptera: Tephritidae and Lonchaeidae) and their parasitoids (Hymenoptera: Braconidae and Figitidae) in orchards of guava, loquat and peach. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v.69, p.31-40, 2009.

TAIRA TL, ABOT AR, NICÁCIO J, UCHÔA MA, RODRIGUES SR & GUIMARÃES JA. Fruit flies (Diptera: Tephritidae) and their parasitoids on cultivated and wild hosts in the

480 Cerrado-Pantanal ecotone in Mato Grosso do Sul, Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**
481 57: 300–308, 2013.

482

483 TORRES, C. A. S. et al. Infestação de cafeeiros por moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae):
484 espécies associadas e parasitismo natural na região sudoeste da Bahia, Brasil. **Pesquisa**
485 **Aplicada e Agrotecnologia**, Guarapuava, v. 3, n. 1, p. 135-142, 2010.

486

487 ZAHLER, P.M. Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em três pomares do Distrito Federal:
488 Levantamento de espécies e flutuação populacional. **Ciência e Cultura**, v.42, p.177-183, 1990.

489

490 ZUCCHI, R.A. 2008. Fruit flies in Brazil - *Anastrepha* species their host plants and parasitoids.
491 Available in: www.lea.esalq.usp.br/anastrepha/, updated on October 25, 2017. Accessed on 02
492 de novembro de 2017.

ARTIGO IV

QUALIDADE DE FRUTOS DE GOIABA INFESTADO POR MOSCA- DAS-FRUTAS

1 QUALIDADE DE FRUTOS DE GOIABA INFESTADO POR MOSCA-DAS-FRUTAS

3 QUALITY OF GOIABA FRUITS INFECTED BY FRUIT FLIES

5 **RESUMO** - A goiaba (*Psidium guajava* L.) é amplamente cultivada nas diversas regiões
6 tropicais e subtropicais do mundo, sendo cultivada no Brasil de norte a sul. É bastante apreciada
7 pelas suas características organolépticas, aptidão tanto para indústria quanto consumo in natura
8 e elevado teor nutricional. Considerando-se a importância da cultura da goiaba e os prejuízos
9 causados pelas moscas-das-frutas na fase de pós-colheita, objetivou-se com esta pesquisa,
10 avaliar o efeito do uso de recobrimento biodegradável associada a diferentes temperatura no
11 controle e qualidade de frutos da goiabeira ‘Paluma’ infestados por *Ceratitis capitata*. Os frutos
12 foram selecionados e separados aleatoriamente em seis lotes de 45 frutos e três lotes foram
13 submetidos à oviposição por mosca das frutas (*C. capitata*), por um período de 24 horas. Após
14 o período de oviposição os frutos foram submetidos ao recobrimento biodegradável associados
15 a óleos essenciais. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado em
16 esquema fatorial 3x6x6 com três repetições. Os fatores em estudo foram três temperaturas
17 (10°C, 15°C e ambiente) seis tratamentos: Controle, COSR, SO+RCOE, CO+RCOE,
18 SO+RCOM, CO+RCOM, e seis períodos de avaliação. Foram feitas avaliações: físicas, físico-
19 químicas, bioquímicas e avaliações subjetivas. Os dados foram submetidos à análise de
20 variância com base na significância do teste F, análise de regressão polinomial para testar o
21 efeito dos dias de armazenamento. O uso de recobrimento biodegradável associado a
22 temperaturas baixas, minimizaram a perda de massa e promoveram menor perda de firmeza dos
23 frutos, a presença de larvas *C. capitata* depreciou a qualidade físico-química dos frutos de
24 goiaba, onde o processo de recobrimento associado a temperaturas baixas, promoveu efeito letal
25 a ovos e larvas de *C. capitata*, reduzindo danos e a sobrevivência das larval em frutos
26 infestados.

28 **Palavras-chave:** Recobrimento biodegradável, infestação artificial, pós-colheita

30 **ABSTRACT** - Guava (*Psidium guajava* L.) is widely cultivated in tropical and subtropical
31 regions of the world, being cultivated in Brazil from north to south. It is highly appreciated for
32 its organoleptic characteristics, suitability for both industry and in natura consumption and high
33 nutritional content. Considering the importance of the guava crop and the damages caused by
34 the fruit flies in the post-harvest phase, this study aimed to evaluate the effect of the use of

biodegradable coating associated with different temperature in the control and quality of fruits of guava 'paluma' infested by *C. capitata*. The fruits were selected and randomly divided into six lots of 45 fruits and three lots were submitted to oviposition by fruit fly (*C. capitata*) for a period of 24 hours. After the oviposition period the fruits were submitted to the biodegradable coating associated with essential oils. The experiment was conducted in a completely randomized design in a 3x6x6 factorial scheme with three replicates. The control factors: COSR, SO+RCOE, CO+RCOE, SO+RCOM, CO+RCOM, and six evaluation periods were the three factors (10°C, 15°C and environment). Physical, physical-chemical, biochemical and subjective evaluations were performed. Data were submitted to analysis of variance based on the significance of the F test, polynomial regression analysis to test the effect of storage days. The use of biodegradable coating associated with low temperatures, minimized the loss of mass and promoted less loss of firmness of fruits, the presence of *C. capitata* larvae depreciated the physical-chemical quality of guava fruits, where the coating process associated with temperatures low levels, promoted a lethal effect on *C. capitata* eggs and larvae, reducing larval survival and survival in infested fruits.

Keywords: Biodegradable coating, artificial infestation, post-harvest

INTRODUÇÃO

A goiaba (*Psidium guajava* L.) é amplamente cultivada nas diversas regiões tropicais e subtropicais do mundo, sendo cultivada no Brasil de norte a sul. É bastante apreciada pelas suas características organolépticas, aptidão tanto para indústria quanto consumo *in natura* e elevado teor nutricional (ABREU, *et. al.*, 2012). Embora seja dotada dessas características positivas, essa cultura vem sendo bastante comprometida devido ao ataque de diversas pragas, que depreciam os frutos e impossibilitam a industrialização e comercialização, devido as barreiras fitossanitárias impostas pelos países importadores (SANTOS *et al.*, 2012).

A incidência de moscas-das-frutas é um sério problema na região nordeste, acarretando aumentos nos custos de produção, devido às aplicações de inseticidas e às perdas na produção. Além disso, os inseticidas usados no controle causam impactos negativos sobre a entomofauna benéfica, além de serem prejudiciais à saúde humana e ao agroecossistema (AZEVEDO *et al.*, 2010).

O tratamento pós-colheita de frutas é uma exigência internacional, com a finalidade de não permitir a entrada de uma ou mais espécies de pragas ou doenças. Os tratamentos realizados

na pós-colheita não podem comprometer a qualidade da fruta nem tampouco deixar resíduo acima dos limites estabelecidos mundialmente, quando feitos por meio de produtos químicos (COUEY, 1989; DÓRIA *et al.*, 2008)

As injúrias mecânicas realizadas por esses tefritídeos além de alterar a aparência dos frutos, estimulam a produção de etileno, acelerando o amadurecimento e, consequentemente, reduzindo seu tempo de comercialização (HENRIQUE *et al.*, 2008; ALMEIDA, 2010). As principais formas utilizadas para manutenção da qualidade dessas frutas são, o uso de recobrimentos poliméricos, refrigeração, atmosfera modificada e irradiação (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O uso de recobrimentos biodegradáveis têm recebido atenção devido às suas propriedades de barreira a trocas gasosas, melhoria da aparência e integridade estrutural (JACOMINO *et al.* 2003). Com potencial para incorporação de óleos essenciais na matriz do biofilme de amido de mandioca como agente antimicrobiano para bactérias (KECHICHIAN *et al.*, 2010) e insetos de importância econômica como, por exemplo, a mosca-das-frutas (CARVALHO *et al.*, 2010).

As coberturas ditas ‘comestíveis’ são aplicadas ou formadas diretamente sobre a superfície das frutas, configurando membranas delgadas, imperceptíveis a olho nu e com diversas características estruturais, que são dependentes da formulação da solução filmogênica precursora. Como estas coberturas passam a fazer parte do alimento a ser consumido, os materiais empregados em sua formação devem ser considerados como GRAS (*Generally Recognized as Safe*), ou seja, serem atóxicos e seguros para o uso em alimentos (FDA, 2013).

Recobrimentos biodegradáveis agem como barreiras semipermeáveis que podem ser capazes de manter a qualidade do alimento. A atmosfera modificada criada por estes recobrimentos gera uma captura física de CO₂ no interior do fruto e uma vedação parcial dos poros, reduzindo a taxa de transferência de gás (LIMA *et al.*, 2010) e, por conseguinte a taxa metabólica dos frutos. Essa tecnologia associada a refrigeração além de retardar o amadurecimento, mantém a qualidade pós-colheita dos frutos (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Considerando-se a importância da cultura da goiaba e os prejuízos causados pelas moscas-das-frutas na fase de pós-colheita, objetivou-se com esta pesquisa, avaliar o efeito do uso de recobrimento biodegradável associada a diferentes temperaturas na qualidade de frutos da goiabeira ‘Paluma’ infestados por *C. capitata*.

MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos da goiabeira ‘Paluma’ foram adquiridos na central de abastecimento de Campina Grande, Paraíba, apresentando coloração da casca verde amarelada, e foram transportados no interior de galeias ao laboratório de Zoologia de Invertebrados, pertencente ao Departamento de Ciências Biológicas do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba – Areia/PB, para o processo de oviposição de mosca-das-frutas.

Os frutos foram selecionados e separados aleatoriamente em seis lotes de 45 frutos e três lotes foram submetidos à oviposição por mosca das frutas (*Ceratitis capitata*), por um período de 24 horas a uma temperatura de 25°C. Após o período de oviposição os frutos foram transportados ao laboratório de Fisiologia Pós-Colheita pertencente a Universidade Federal da Paraíba – Bananeiras/PB para aplicação do recobrimento biodegradável, feito a partir de fécula de mandioca a 3%, glicerol a 1% e óleo de erva-doce a 0,03% ou óleo de manjerição a 0,03% (dissolvido em Tween 40 (1:1)). Os frutos foram imersos na solução de recobrimento por um período médio de 20 a 30 segundos e posteriormente secado sobre bancadas.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x6x6 com três repetições, bandejas, e cada repetição constituída por três frutos. Os fatores em estudo foram três temperaturas (10°C, 15°C e ambiente) seis tratamentos: Controle (sem oviposição e sem recobrimento); CO SR (com oviposição e sem recobrimento); SO+RCOE (sem oviposição e com recobrimento contendo óleo de erva-doce); CO+RCOE (com oviposição e com recobrimento contendo óleo de erva-doce); SO+RCOM (sem oviposição e com recobrimento contendo óleo de manjerição); CO+RCOM (com oviposição e com recobrimento contendo óleo de manjerição). E seis períodos de avaliação (Pré-oviposição, aos 4, 8, 12, 16 e 20 dias após oviposição) para os frutos em temperaturas controlada, e (Pré-oviposição, aos 2, 4, 6, 8 e 10 dias após oviposição) para frutos mantido em temperatura ambiente.

Avaliações físicas: Perda de matéria fresca (%) - Calculado tomando-se como referência o peso inicial das goiabas, para cada período de análise, usando-se balança semi-analítica; Firmeza da casca (N): determinado através de penetrômetro manual com ponteira de 8 mm de diâmetro, em dois lados opostos da região equatorial do fruto.

Avaliações físico-químicas: Sólidos solúveis (SS) - Determinados com refratômetro digital, segundo Instituto Adolfo Lutz (2008), e os resultados forma expressos em %; Acidez titulável (AT) - Determinado por titulometria com NaOH 0,1 M, segundo Instituto Adolfo Lutz (2008) e expressa em (%) de ácido cítrico; Ácido ascórbico (mg.100 g⁻¹) - Foi determinado

através da titulação com 2,6 diclorofenolindofenol (DFI), até obtenção de coloração rósea claro permanente, utilizando-se 1 g da polpa diluída em 30 mL de ácido oxálico 0,5% de acordo com o Instituto Adolfo Lutz (2008); pH - O pH foi determinado utilizando-se aproximadamente 10 mL da amostra com um peagâmetro digital Digimed (DM -22), conforme técnica do Instituto Adolfo Lutz (2008). Análises bioquímicas: Carotenóides totais - determinados por espectrofotometria leitura em espectrofotômetro, no comprimento de onda a 450 nm, determinado pelo método de Higby (1962); Licopeno - determinados por espectrofotometria leitura em espectrofotômetro, no comprimento de onda a 630 nm, determinado pelo método de Higby (1962);

Avaliações Subjetivas: Aparência geral - 1= Perda completa da turgidez, do brilho e da cor, superfície murcha, desenvolvimento de fungos, senescência avançada, imprestável para o consumo; 3= Murchamento acentuado, sem brilho aparente e perda total do aroma, presença de manchas externas, sintomas de senescência e/ou podridão; 5= Pouco frescor, ligeira perdas da turgidez, perda de brilho, aparência ligeiramente atrativa, ausência de doenças, manchas externas e/ou podridão; 7= Fruto fresco, túrgido, superfície apresentado brilho pouco intenso, ausência de manchas escuras ou doenças; 9= Fruto fresco, túrgido, superfície brilhante, saudável, atrativa, isento de patógenos e danos e/ou podridão (Santos, 2006).

Aos 20 (vinte) dias após a oviposição foi contados o número de larvas, por frutos para os tratamentos em temperatura controlada (10 e 15°C) e aos 10 (dez) dias após a oviposição foi contados o número de larvas, por frutos para os tratamentos em temperatura ambiente.

Os dados foram submetidos à análise de variância e, com base na significância do teste F, análise de regressão polinomial para testar o efeito dos dias de armazenamento, testando-se até nível quadrático, considerou-se a significância de até 5% de probabilidade e coeficiente de determinação (R^2) acima de 60%. Realizou-se ainda análise de correlação de Pearson, componentes principais (ACP) e análise de agrupamento hierárquico. Utilizou-se o software SAS 9.3 (2011) e JMP® 10.0.0 para as análises.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados, verificou-se que a perda de massa das goiabas ‘Paluma’ para os tratamentos avaliados variou em função do uso de recobrimento e as variáveis de temperatura, com exceção dos tratamentos na temperatura de 23°C (ambiente), que durante os dez dias de armazenamento não ocorreu diferença significativa entre os tratamentos aplicados para os frutos armazenados, indicando que os tratamentos com oviposição/sem oviposição e

com recobrimento/sem recobrimento utilizado não promoveu perda significativa, mas houve diferença entre o período de armazenamento, ocorrendo um aumento com o passar dos dias, onde a temperatura elevada promoveu aumento da taxa respiratória, avanço do amadurecimento e diminuição da massa fresca. (Figura 1 C).

Com relação aos frutos sob temperatura mais baixa (10°C e 15°C), observou-se que ocorreu uma perda crescente no decorrer do armazenamento durante os 20 dias, todavia, os frutos com uma maior perda de massa foram os tratamentos Controle e CO SR, sendo os tratamentos que não receberam nenhum tipo de revestimentos, diferente dos demais tratamentos que receberam tais revestimentos. Já na temperatura de 15°C, observou-se que a maior perda de massa foram para os tratamentos que sofreram oviposição por mosca-das-frutas (CO SR e CO+RCOM) (Figura 1 A e B).

Ao utilizar esses revestimentos, deseja-se que estes restrinjam a difusão do vapor de água e criem uma atmosfera saturada entre a película e a superfície dos frutos, reduzindo a transpiração, entretanto, devido ao caráter hidrofílico dos recobrimentos à base de polissacarídeos, estes geralmente não constituem barreiras ao vapor de água (SIQUEIRA, 2012). Entretanto, ao adicionar glicerol e Tween 40 a esses revestimentos, os quais juntos melhoram a propriedade de barreira do amido diminuindo assim a perda de água pela transpiração. Resultados também são observados para os recobrimentos com fécula de mandioca associado com óleo essencial em mangas a diferentes temperaturas de armazenamento (AZEREDO, 2013).

Nos frutos ovipositados, o processo potencializou a taxa de perda de massa, aumentando a relação superfície/volume dos frutos, expondo o tecido à atmosfera facilitando a perda de água e consequentemente perda de massa fresca.

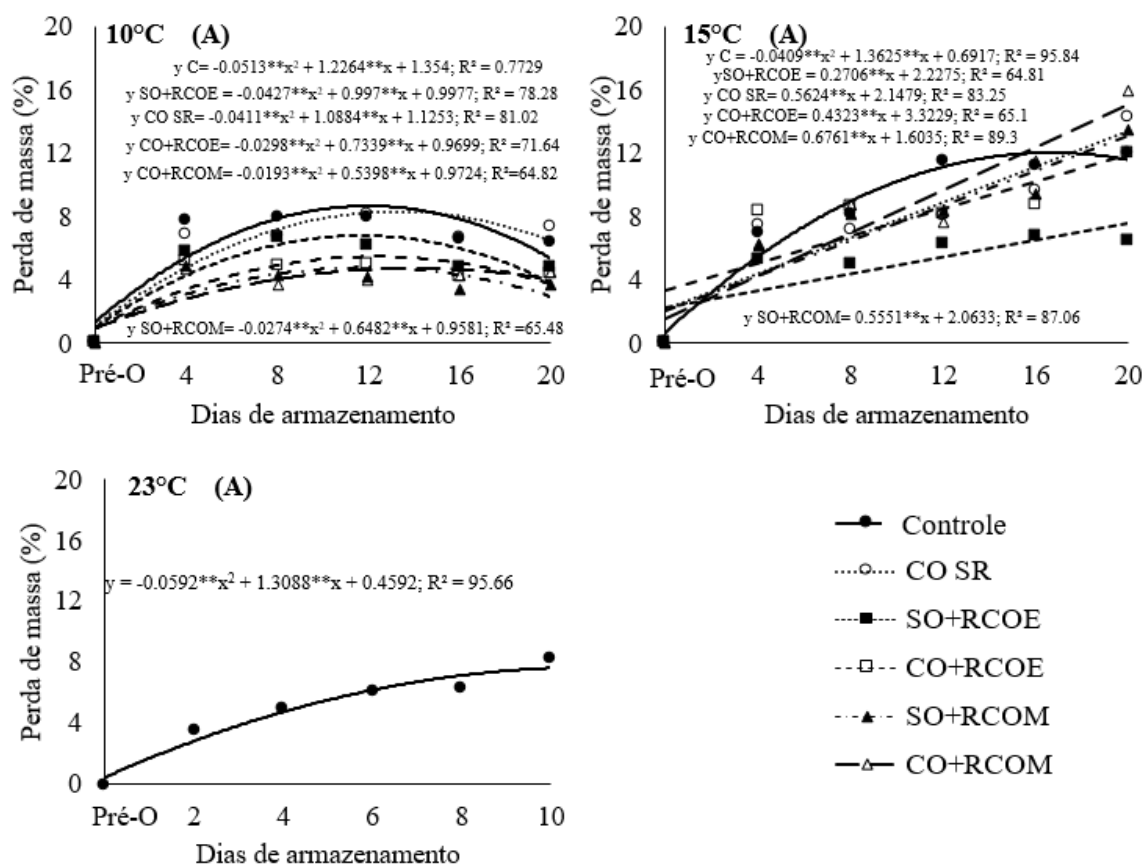


Figura 1. Perda de massa de frutos da goiabeira ‘Paluma’ submetidos ou não a oviposição por mosca das frutas (*Ceratitis capitata*) durante 24 horas e posteriormente tratados ou não com filme biodegradável de amido de mandioca e óleo de erva-doce ou manjerição e armazenados a 10°C (A), 15°C (B) durante 20 dias e temperatura ambiente 23°C (C) durante 10 dias.

Houve interação significativa entre os tratamentos aplicados, a temperatura e o período de armazenamento com relação à firmeza das goiabas (Figura 2). No geral, foi observado que a temperatura influenciou diretamente na firmeza dos frutos, onde a temperatura de 10°C manteve uma maior firmeza quando comparados as demais temperatura (15°C e ambiente), observou-se também, que com o passar dos dias de armazenamento os frutos sofreram maior perda de firmeza. Com a evolução da maturação ocorre atuação de enzimas pectinolíticas, que transformam a pectina insolúvel em solúvel e promovem o amaciamento dos frutos.

A análise de regressão mostrou que os melhores resultados foram alcançados pelos tratamentos sem oviposição e que receberam revestimento, os tratamentos SO+RCOE e SO+RCOM foram eficientes e promoveram maior firmeza, quando comparado ao tratamento CO SR que já no sexto dia de armazenamneto na temperatura ambiente apresentou firmeza zero (Figura 2). A redução da firmeza nesses frutos que sofreram processo de oviposição, é atribuída as modificações químicas e degradação dos componentes da parede celular que as larvas de

mosca-das-frutas promovem no corpo, diminuindo assim a integridade da fruta. A diminuição da firmeza dos frutos contribui para uma maior susceptibilidade ao ataque de microorganismos e a uma menor resistência ao impacto.

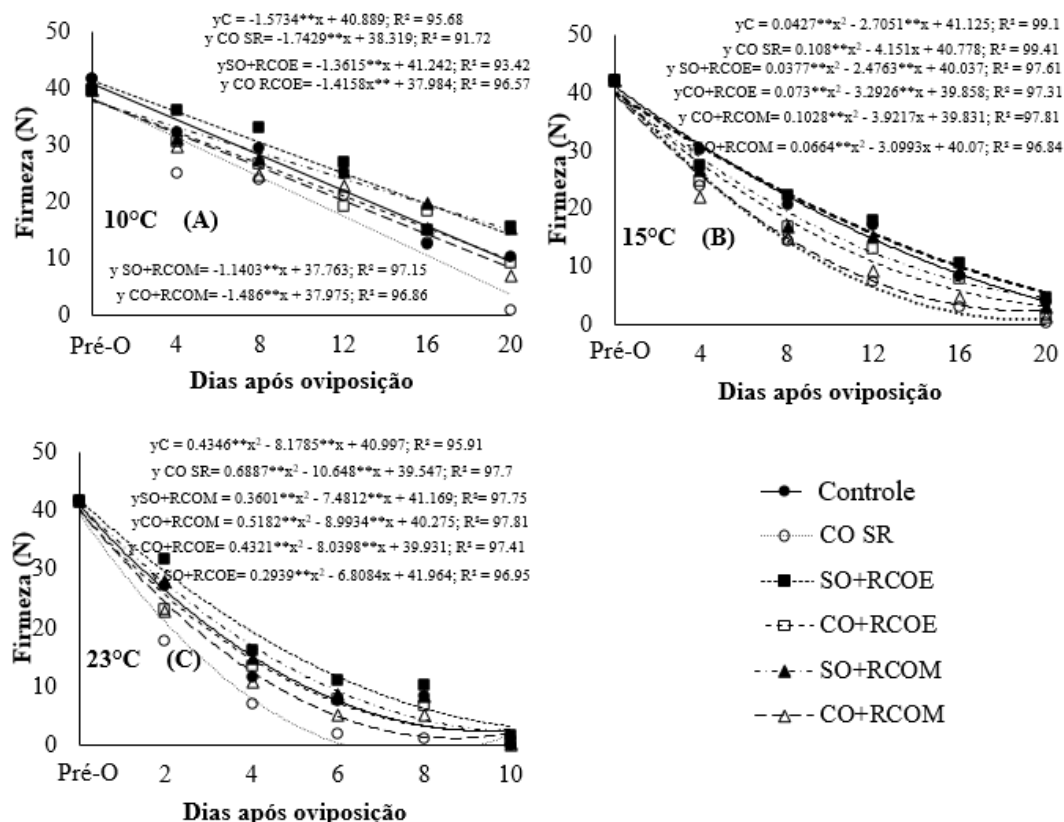


Figura 2. Firmeza de frutos da goiabeira ‘Paluma’ submetidos ou não a oviposição por mosca das frutas (*Ceratitis capitata*) durante 24 horas e posteriormente tratados ou não com filme biodegradável de amido de mandioca e óleo de erva-doce ou manjerição e armazenados a 10°C (A), 15°C (B) durante 20 dias e temperatura ambiente 23°C (C) durante 10 dias.

Os atributos de qualidade físicos, físico-químicos, bioativos e sensorial foram correlacionados com o número de larvas presentes nos frutos, nas diferentes condições/temperaturas de armazenamento (Figura 3A, B e C). Dessa forma, podemos observar o quanto a presença de larvas depreciou a qualidade nos frutos da goiabeira ‘Paluma’, através dos valores de correlação negativos entre si em ambas as temperaturas de armazenamento.

A firmeza dos frutos apresentou correlação negativa forte com o número de larvas, sobretudo nas temperaturas de 10 e 15 °C (-0.82 e -0.70 valores de Pearson, respectivamente), possivelmente em decorrências das galerias causadas pelas larvas com consequente amolecimento da polpa. Este estresse nos frutos, também acelera os processos de degradação da parede celular, favorecendo mudanças iônicas no apoplasto, sobretudo reduzindo o pH

(ALMEIDA E HUBER, 2007), como pode ser confirmado pelo forte valor de correlação negativa ($r = -0.82$) para o pH na temperatura de 10 °C, onde a correlação entre firmeza e número de larvas foi mais elevado. Consequentemente, a aparência dos frutos depreciou e fortes valores de correlação negativa entre o número de larvas e a aparência por avaliação sensorial foram observados em ambas as temperaturas de armazenamento ($r = -0.83$, -0.81 e -0.63 nas temperaturas de 10, 15 e 23 °C respectivamente).

Na temperatura de 10 °C o pH apresentou correlação forte e negativa com o número de larvas nos frutos (-0.82 valor de Pearson), por outro lado, na temperatura de 23 °C a correlação entre pH e número de larvas foi forte positivo ($r = 0.73$). Na temperatura ambiente o metabolismo dos frutos torna-se mais acentuado (TOIVONEN; BRUMMELL, 2008), sobretudo com os efeitos adversos da presença das larvas, favorecendo inclusive o maior consumo dos ácidos orgânicos, como pode ser observado pelos valores de correlação negativos entre ácido ascórbico e número de larvas ($r = -0.67$ à 23 C) e com menor intensidade entre acidez titulável e número de larvas ($r = -0.48^{ns}$ à 23 C).

A perda de massa demonstrou sempre valores de correlação positivos com o número de larvas nos frutos, em todas as condições de armazenamento, e apesar de não significativos indicam mais um atributo de qualidade depreciado pela presença das larvas. Na temperatura ambiente, observa-se ainda valores de correlação negativa para os conteúdos de sólidos solúveis ($r = -0.63^{ns}$), licopeno ($r = -0.24^{ns}$) e carotenoides ($r = -0.22^{ns}$) com o número de larvas nos frutos. Em conjunto, a correlação de todos os atributos de qualidade com o número de larvas ratifica os distúrbios fisiológicos e a depreciação da qualidade nos frutos ocasionado pela mosca das frutas.

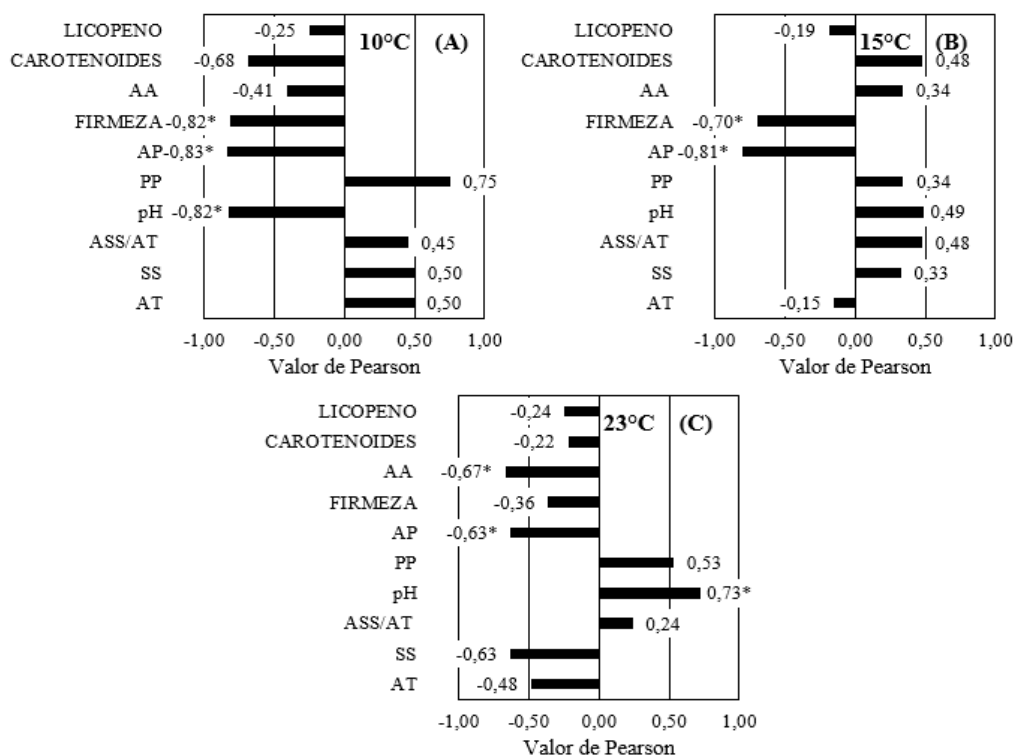


Figura 3. Correlação de Pearson do número de larvas por frutos com as variáveis relacionadas com as mudanças na qualidade de frutos da goiabeira ‘Paluma’ submetidos ou não a oviposição por mosca das frutas (*Ceratitis capitata*) durante 24 horas e posteriormente tratados ou não com filme biodegradável de amido de mandioca e óleo de erva-doce ou manjerição e armazenados a 10°C (A) e a 15°C (B), avaliados aos 20 dias em temperatura ambiente 23°C (C) aos 10 dias.

A análise de componentes principais (ACP) foi realizada para cada condição/temperatura de armazenamento e explicou 82,30%, 72,10% e 72,60% da variabilidade entre os tratamentos com apenas dois componentes principais nas temperaturas de 10, 15 e 23°C respectivamente. Na Tabela 1, pode-se observar uma descrição das contribuições das variáveis para os dois primeiros componentes principais em cada ACP e que, por outro lado, refletem boa semelhança global com os tratamentos agrupados (Figura 5). Em conjunto, a projeção dos valores de Loading e Score juntamente com os Dendogramas descrevem as contribuições das variáveis para cada grupo e as diferenças globais entre os diferentes tratamentos.

Tabela 1. Autovetores de dois componentes principais (CP1 e CP2) de variáveis relacionadas com as mudanças na qualidade de frutos da goiabeira ‘Paluma’ submetidos ou não a oviposição por mosca das frutas (*Ceratitis capitata*) durante 24 horas e posteriormente tratados ou não com

276 filme biodegradável de amido de mandioca e óleo de erva-doce ou manjerição e armazenados
277 a 10°C (A) e a 15°C (B), avaliados aos 20 dias em temperatura ambiente 23°C (C) aos 10 dias.

Variáveis	Eigenvectors					
	10°C		15°C		23°C	
	CP1	CP2	CP1	CP2	CP1	CP2
AT	-0.31234	0.19881	-0.31778	0.39037	0.38296	-0.08977
SS	-0.33371	0.22883	0.10120	0.47602	0.38531	-0.16774
SS/AT	-0.32060	0.23044	0.35343	0.20506	-0.34413	0.00160
pH	0.32557	0.00295	0.38963	-0.21043	-0.36748	0.09109
Perda de massa	-0.36021	-0.01017	0.36215	0.04951	-0.11792	0.45007
AP	0.31066	0.38871	-0.36207	-0.24737	0.38043	-0.07816
Firmeza	0.24603	0.49793	-0.35043	-0.06153	0.33804	0.00953
VitC	0.20715	-0.37097	0.16320	-0.05858	0.20143	0.26406
Carotenoide	0.33118	0.17005	-0.04932	0.55632	0.10692	0.61436
Licopeno	0.23002	-0.44988	-0.32650	0.27767	0.19710	0.54536
Nº de larvas	-0.30003	-0.29486	0.30224	0.27789	-0.29606	0.04644
VA	64.70	82.30	45.10	72.10	52.30	72.60
Eigenvalue	7.1184	1.933	4.9625	2.9654	5.7563	2.2324

278 Critério utilizado para separar as variáveis representativas do componente foi baseada no
279 módulo da razão 0,7x (maior Eigenvectors), estando destacada em negrito.

280
281 Todas as variáveis estudadas demonstraram contribuição significativa, considerando o
282 valor mínimo baseado no módulo da razão 0,7 x maior Eigenvectors, na formação de até os
283 dois primeiros componentes principais (Tabela 1). Dessa forma, todas os atributos de qualidade
284 foram considerados importantes na descrição dos grupos formados e devem ser consideradas
285 também em estudos futuros de controle de mosca das frutas a partir de recobrimentos
286 biodegradáveis em frutos da goiabeira.

287 A partir da análise de cluster associada a ACP três diferentes grupos podem ser
288 distinguidos em cada condição de armazenamento (Figura 4). Na temperatura de 10 °C o
289 Controle juntamente com o tratamento oviposição e sem recobrimentos (COSR) se agruparam
290 principalmente pelo elevado conteúdo de SS, AT e SS/AT, mas também apresentaram maior
291 perda de massa e número de larvas por frutos, sobretudo para COSR. Por sua vez, o tratamento
292 SO+RCOE se diferenciou de todos os demais, principalmente pela maior firmeza, melhor
293 aparência por avaliação sensorial e ainda consideráveis conteúdos de carotenoides. Os
294 tratamentos SO+RCOM, CO+RCOE e CO+RCOM demonstraram grande similaridade entre
295 si, principalmente por preservarem os elevados conteúdos de vitamina C e licopeno, combinados
296 com insignificantes números de larvas e menor perda de massa.

297 Na temperatura de 15°C o Controle e CO+RCOE apresentaram grande similaridade

entre si e se diferenciaram dos demais tratamentos principalmente pelo baixo conteúdo de sólidos solúveis e carotenoides. Os tratamentos COSR, SO+RCOM e CO+RCOM se agruparam entre si com valores intermediários para ambas as características, exceto o tratamento COSR que apresentou considerável número de larvas nos frutos e baixos valores de score para aparência. Por sua vez, o tratamento SO+RCOE se diferenciou de todos os demais por favorecer menor perda de massa, baixo pH, maior conteúdo de licopeno, além de bons scores de aparência e firmeza mediana.

Na temperatura ambiente, o controle, COSR e CO+RCOM se diferenciaram dos demais por apresentarem maior pH e SS/AT, menor firmeza, SS e AT, além de menores escores de aparência. Por sua vez, os tratamentos CO+RCOE e SO+RCOE apresentaram maior firmeza, acidez titulável, scores de aparência e consideráveis conteúdos de licopeno, carotenoides e vitamina C. O tratamento SO+RCOM por sua vez, apresentou os menores conteúdos de carotenoides e licopeno, indicando frutos sob baixos níveis de estresse.

Em conjunto, a ACP demonstrou que recobrimentos biodegradáveis contendo óleos essenciais aplicados em frutos após serem atacados por moscas das frutas inibe o desenvolvimento das larvas e conserva um conjunto de características similar aos frutos que não foram submetidos a oviposição.

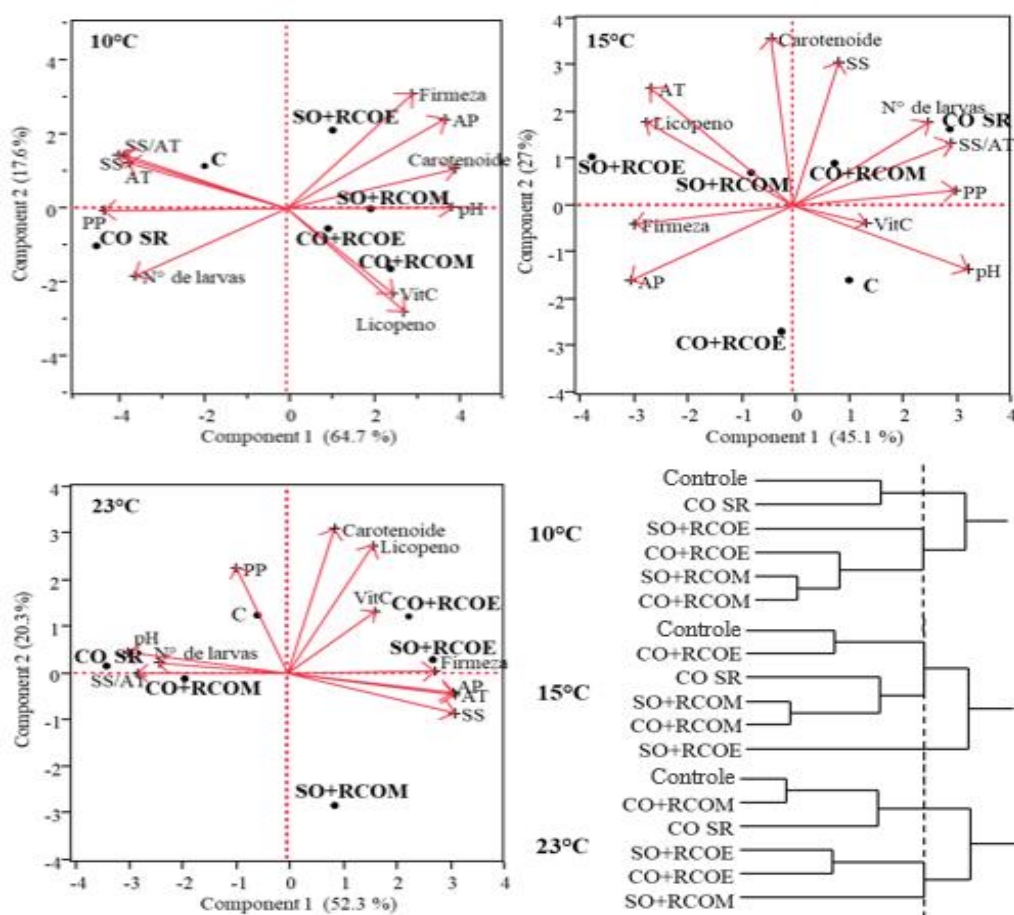


Figura 4. Projeção dos valores de Loading (variáveis) e Score (tratamentos) dos dois primeiros componentes principais (CP1 e CP2) determinados por variáveis relacionadas com as mudanças na qualidade de frutos da goiabeira ‘Paluma’ submetidos ou não a oviposição por mosca das frutas (*Ceratitis capitata*) durante 24 horas e posteriormente tratados ou não com filme biodegradável de amido de mandioca e óleo de erva-doce ou manjerição e armazenados a 10°C (A) e a 15°C (B), avaliados aos 20 dias em temperatura ambiente 23°C (C) aos 10 dias.

A eficiência do tratamento foi verificada pela proporção de ovos eclodidos de *C. capitata* em função da temperatura e do tipo de recobrimento após serem infestadas artificialmente. As avaliações de sobrevivência das larvas foram realizadas após dez dias para temperatura ambiente e 20 vinte dias para as temperaturas controladas (10 e 15°C), através da contagem do número de larvas por fruto.

Observou-se que o efeito da temperatura foi primordial no desenvolvimento de *C. capitata*, onde temperaturas mais baixas promoveram redução do número de larvas, apresentando uma média de 3,44, 6,22 e 27,22 por unidade fruto, nas temperaturas de 10°C, 15°C e ambiente respectivamente, em frutos não tratados com recobrimento. Considerando que a temperatura influencia a velocidade de desenvolvimento dos insetos por serem pecilotérmicos (temperatura do corpo varia de acordo com a temperatura do ambiente) (CENTENO, 2002), ficou evidenciada a influência de temperaturas mais baixas como principal fator causador de mortalidade em ovos e larvas de *C. capitata* presentes em frutos de goiaba (Figura 5).

Quando avaliado o efeito do recobrimento sob as temperaturas 10°C, 15°C e ambiente, a aplicação dessas coberturas reduziram em 96,81 e 93,11%, 96,47 e 89,23%, 96,33 e 94,27% a incidência de larvas para os recobrimentos com óleos de erva-doce e manjerição, respectivamente. Frutos com oviposição e sem aplicação do recobrimento apresentaram 3,44, 6,22 e 27,22 larvas por unidade de fruto, respectivamente. Por outro lado, frutos com oviposição e tratados com recobrimento com óleo de erva-doce e manjerição apresentaram 0,11 e 0,22, 0,22 e 0,67, 1,00 e 1,56 larvas por unidade de frutos, respectivamente, além disso, as larvas encontradas nos frutos com revestimento a maioria não apresentaram mobilidade alguma demonstrando estarem mortas. Nos frutos que não foram submetidos à oviposição não foi observado presença de larvas, indicando assim que os frutos utilizados no experimento estavam livres de foco inicial da praga, com exceção do tratamento controle na temperatura ambiente, que apresentou 0,11 larvas por unidade de fruto (Figura 5).

Verificou-se possivelmente que em frutos tratados com recobrimento e refrigerados, o percentual de CO₂ liberado é menor, provavelmente devido à restrição de trocas gasosas

imposta pela película do recobrimento aderida ao fruto, e ao menor metabolismo devido à temperatura mais baixa (10 e 15°C). Os frutos tratados e não tratados com recobrimento biodegradável à base de fécula de mandioca (FM 3%) e associado aos óleos de erva-doce e manjerição, quando armazenados sob refrigeração apresentaram, em média, menor infestação (relação larvas por fruto) quando comparado com frutos com oviposição e sem revestimento (COSR), armazenados sob temperatura ambiente. Este resultado evidencia a importância primária do parâmetro temperatura (refrigeração) e secundária (recobrimento) no efeito letal sobre as fases iniciais (ovos e larvas) do ciclo biológico de *C. capitata*.

É possível que alterações em termos de trocas gasosas que ocorrem proporcionadas pela aplicação do recobrimento nos frutos, promoveram aumento da sua concentração interna de CO₂ devido à restrição imposta pelo recobrimento que interfere nas trocas gasosas, alterando a concentração de CO₂ interno do fruto e causando, provavelmente, efeito tóxico. Esses resultados corroboram com Kester e Fennema (1986) no sentido de que a ação de coberturas aderidas ao fruto atua de forma semelhante à atmosfera modificada.

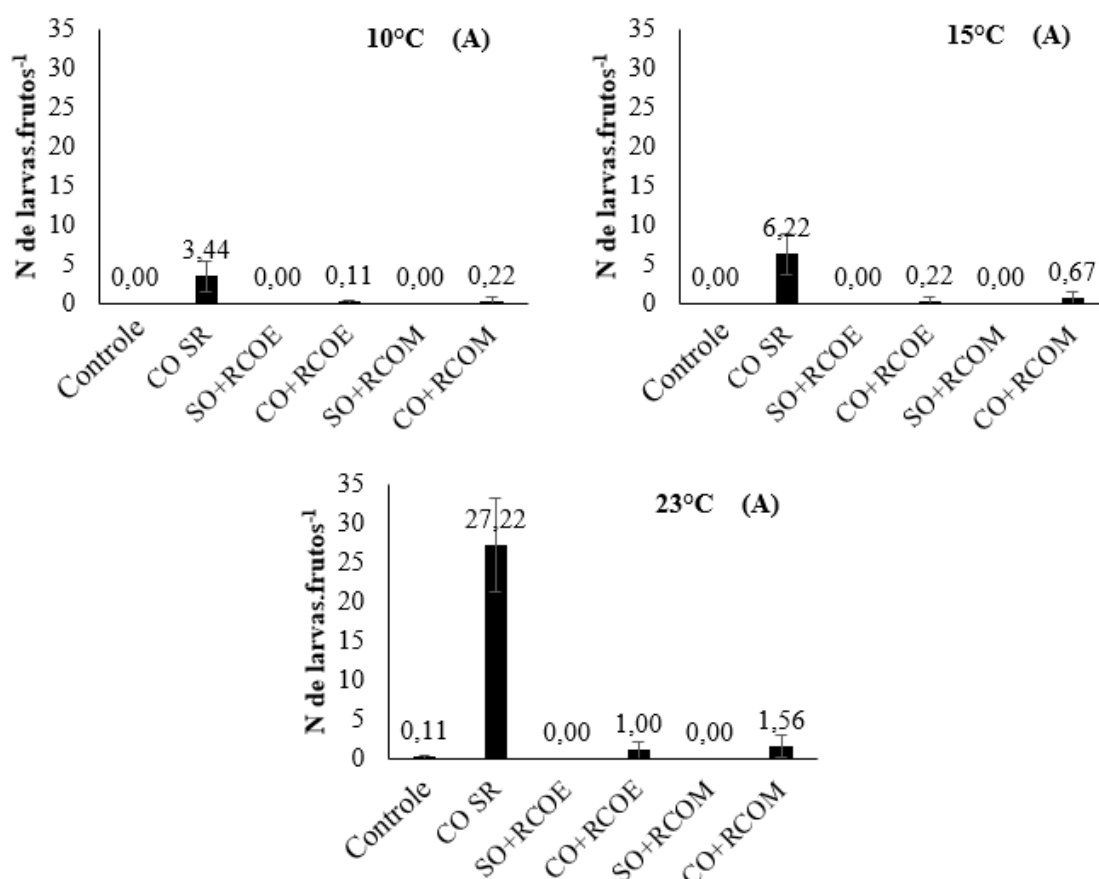


Figura 5. Número de larvas por frutos da goiabeira ‘Paluma’ submetidos ou não a oviposição por mosca das frutas (*Ceratitis capitata*) durante 24 horas e posteriormente tratados ou não com

filme biodegradável de amido de mandioca e óleo de erva-doce ou manjerição e armazenados a 10°C (A), 15°C (B) durante 20 dias e temperatura ambiente 23°C (C) durante 10 dias.

CONCLUSÃO

O uso de recobrimento biodegradável associado a temperaturas baixas, minimiza a perda de massa e promove menor perda de firmeza dos frutos, além de preservar a qualidade da aparência externa dos frutos e prolongar o período de vida útil;

A presença de larvas *C. capitata* deprecia a qualidade físico-química nos frutos da goiabeira ‘Paluma’;

O processo de recobrimento associado a temperaturas baixas, promove efeito letal a ovos e larvas de *C. capitata*, reduzindo danos e a sobrevivência das larvas em frutos infestados.

AGRADECIMENTOS

O autor agradece ao Prof. Dr. Laesio Pereira Martins (Universidade Federal da Paraíba, Bananeiras - PB) por ceder o laboratório de Fisiologia Pós-Colheita para realização da pesquisa e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo.

REFERÊNCIAS

ABREU, J. R. et al. Histochemistry and morphoanatomy study on guava fruit during ripening. **Ciencia e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, p.179-186, 2012.

ALMEIDA, D. M. **Biofilme de blenda de fécula de batata e celulose bacteriana na conservação de fruta minimamente processada**. Tese (Doutorado em Processos Biotecnológicos) – Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

AZEVEDO, F.R., J.A. GUIMARÃES, A.A.F. SIMPLÍCIO & H.R. SANTOS. Análise faunística e flutuação populacional de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em pomares comerciais de goiaba na região do Cariri Cearense. **Arq. Inst. Biol.** 77: 33-41, 2010.

CARVALHO, R. S. Biofilme edível de amido de mandioca e refrigeração em goiaba cv. “Paluma” reduzem danos da mosca-do-mediterrâneo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 21, 2010, Natal, RN. **Anais...** Natal: EMPARN, UFERSA, Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2010.

CENTENO, N. et al. Seasonal patterns of arthropods occurring on sheltered and unsheltered pig carcasses in Buenos Aires province (Argentina). **Forensic Science International**, v. 126, n. 1, p. 63-70, 2002.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio. Lavras: UFLA, 2 ed. **rev e ampl.**, 2005. 785 p.

COUEY, H.M. Heat treatment for control of postharvest diseases and insect pests of fruits. Hortscience, **Alexandria**, v. 24, n. 2, p. 198-202, 1989.

DÓRIA, H.O.S. et al. Influência de tratamentos térmicos na eliminação de *Ceratitis capitata* em frutos de goiaba (*Psidium guajava* L.). Acta Sci. **Agron., Maringá**, v. 26, n. 1, p. 107-111, 2004.

FOOD AND DRUG ADMINISTRATION - FAD. **Generally recognized as safe (GRAS)**. Silver Spring. Disponível em: <<http://www.fda.gov/Food/IngredientsPackagingLabeling/GRAS/>>. Acesso em: 5 novembro 2013.

GALDINO, L. T.; RAGA, A. Semioquímicos em Moscas-das-frutas. São Paulo: **Instituto Biológico**, São Paulo, v. 29, p. 1-30, 2016.

HENRIQUE, M. C.; CEREDA, M. P.; SARMENTO, S. B. S. Características físicas de filmes biodegradáveis produzidos a partir de amidos modificados de mandioca. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 1, p. 231-240, jan./mar. 2008.

HIGBY, W. K. A simplified method for determination of some the carotenoid distribution in natural and carotene: fortified orange juice. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 27, p. 42-49, 1962.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: **métodos químicos e físicos para análises de alimentos**. 3ª ed. São Paulo, v. 1, 533 p., 2008.

JACOMINO, A. P.; OJEDA, R. M.; KLUGE, R. A.; FILHO, J. A. S. Conservação de goiabas tratadas com emulsões de cera carnaúba. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.25, n.3 p.401-405, 2003.

JAVED, M. S.; RANDHAWA, M. A.; BUTT, M. S.; NAWAZ, H. Effect of calcium lactate and modified atmosphere storage on biochemical characteristics of guava fruit. **Journal of Food Processing and Preservation**, 2015.

KECHICHIAN, V.; DITCHFIELD, C.; VEIGA-SANTOS, P.; TADINI, C. C. Natural antimicrobial ingredients incorporated in biodegradable films based on cassava starch. **Food Science and Technology**, v.43, p.1088-1094, 2010.

KESTER, J. J.; FENNEMA, O. R. Edible films and coatings: a review. **Food Technology**, Chicago, v. 42, p. 47-59, 1988.

LIMA, Á. M.; CERQUEIRA, M. A.; SOUZA, B. W. S.; SANTOS, E. C. M.; TEIXEIRA, J. A.; MOREIRA, R. A.; VICENTE, A. A. New edible coatings composed of galactomannans and collagen blends to improve the postharvest quality of fruits – Influence on fruits gas transfer rate. **Jornal of Food Engineering**, v. 97, n. 1, p. 101-109, mar. 2010.

SANTOS, M.S.; NAVACK, K.I.; ARAUJO, E.L.; SILVA, J.G. análise faunística e flutuação populacional de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em Belmonte, Bahia. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 4, p. 86-93, 2012.

SAS INSTITUTE. Statistical analysis system: release 9.3. Cary: Statistical Analysis System Institute, 2011.

SIQUEIRA, A. P. O. **Uso de coberturas comestíveis na conservação pós colheita de goiaba e maracujá-azedo**. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense. Campos dos Goytacazes-RJ, 2012.

467 VILLADIEGO, A.M.D.; SOARES, N.F.F.; ANDRADE, N.J.; PUSCHMANN, R.; MINIM,
468 V.P.R.; Cruz, R. Filmes e revestimentos comestíveis na conservação de produtos alimentícios.
469 **Revista Ceres**, Viçosa, 2005.